

76(075)
766

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА

І.А. Трегубова, В.А. Кліменко

"ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА"

(Конспект лекцій)

ОДЕСА 2004

ДЕРЖАВНИЙ КОМПІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА

І.А. Трегубова, В.А. Кліменко

"ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА"

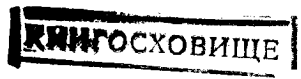
(Конспект лекцій)

Допущено методичною радою ОНАЗ ім. О.С. Попова як навчальний посібник з дисципліни "ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА" для спеціальностей 6.092400, 7.090703, 7.092401, 7.092402.



76(075) T66 2004

Трегубова І.А. Інженерна та комп'ютерна гра



УДК 515.2 681.3.06(075)

УДК 515.2 681.3.06(075)

Укладачі: – *І.А. Трезубова, В.А. Кліменко*

Редактор – *Л.А. Кодрул*

Комп'ютерне
верстання
та макетування – *Є.С. Корнійчук*

"ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА": Конспект лекцій – Одеса:
ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – 79 с.

465579

У навчальному посібнику розглянуто: основні правила виконання будь-яких креслень (ЕСКД) та електросхем, методи відображення геометричних фігур, геометричного простору та поверхонь, способи подання кодів у виді геометричних моделей, а також кодових множин і мереж зв'язку. Також розглянуто основні правила використання програмних пакетів систем автоматизованого проектування (OrCAD, AutoCAD, WorkBench) для виконання двовимірної графіки та електричних схем.

Конспект лекцій призначено для студентів другого курсу спеціальностей:
6.092400 – поштовий зв'язок, 7.090703 – апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення, 7.092401 – телекомунікаційні системи та мережі, 7.092402 – інформаційні мережі зв'язку.

Рецензент доц. *М.І. Шишкін*

Кафедра Нарисної геометрії Одеської Державної Академії Будівництва і
Архітектури

НТБ ВНТУ
м. Він. лця

ВСТУП

"Інженерна та комп'ютерна графіка" відноситься до дисциплін, що складають загально-інженерну підготовку спеціалістів телекомунікацій з ряду спеціальностей.

Метою курсу є надання студентам знань, умінь та навичок, які будуть потрібні інженеру телекомунікацій для представлення технічної думки за допомогою креслення (рисунок), а також для розуміння за кресленням принципу дії будь-якої електричної схеми або пристрою мережі зв'язку.

Предметом "Інженерної та комп'ютерної графіки" є складання та читання креслення телекомунікацій, графічних моделей геометричних фігур, що лежать в основі зображення різних характеристик мереж зв'язку наприклад, графів і кодів у багатовимірному просторі тощо.

До задач "Інженерної та комп'ютерної графіки" належать:

- 1) вивчення теоретичних основ побудови зображень геометричних фігур: точок, прямих, площин, поверхонь;
- 2) розв'язання задач на взаємну належність і взаємний перетин геометричних фігур та знаходження їх натуральних величин;
- 3) вивчення використання основних принципів і засобів геометричного моделювання при розв'язанні різноманітних задач у системах зв'язку, таких як перехід до N -вимірного простору в теорії сигналів та в теорії кодування;
- 4) вивчення державних стандартів (ГОСТ, ДСТУ) щодо загальних правил виконання креслень;
- 5) вивчення державних стандартів щодо правил креслення принципових, структурних, функціональних електронних схем та умовних графічних зображень елементів до них;
- 6) придбання навичок у роботі зі схмотехнічними пакетами OrCAD, AutoCAD для креслення різноманітних електричних схем на ПЕОМ; проектування аналогових та цифрових схем систем зв'язку; використання бібліотек схмотехнічних пакетів як дискретних так і інтегральних елементів;
- 7) придбання навичок у роботі зі схмотехнічним пакетом WorkBench для моделювання електричних схем і перевірки їх працездатності на ПЕОМ;
- 8) придбання навиків у роботі з математичним пакетом MathCAD та Excel для побудови різноманітних графіків і діаграм на ПЕОМ.

Обсяг дисципліни становить 54 години аудиторних занять для всіх напрямів підготовки (лекції – 18, лабораторні роботи – 36) і 54 години самостійної підготовки, включаючи виконання комплексного завдання. Дисципліна викладається в 4-му семестрі і завершується заліком.

ЛЕКЦІЯ 1

ПЛАН

1. Короткий історичний нарис розвитку дисципліни.
2. Основні правила використання креслень.
 - 2.1. Формати креслень та оформлення креслярських листів. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.301-68*.
 - 2.2. Масштаби. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.302-68.
 - 2.3. Лінії. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.303-68.
 - 2.4. Шрифти креслярські. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.304-81.
3. Правила використання схем. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.701-84, 2.702-75, 2.710-81.
 - 3.1. Види і типи електричних схем.
 - 3.2. Вимоги щодо креслення й оформлення схем.
 - 3.3. Правила креслення електричних структурних схем.
 - 3.4. Правила креслення електричних функціональних схем.
 - 3.5. Правила креслення електричних принципових схем. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.721-74 ... 2... 756-76.

1. КОРОТКИЙ ІСТОРИЧНИЙ НАРИС РОЗВИТКУ ДИСЦИПЛІНИ

Відомості і прийоми побудов, які викликані потребою в плоских зображеннях просторових форм, людство накопичувало поступово ще зі стародавніх часів.

Перші малюнки, виконані з використанням прямокутних проєкцій, зустрічаються на стінах стародавніх храмів і палаців Єгипту й Ассирії. В часи стародавніх Греції і Риму для побудови зображень також застосовувалися прямокутні і центральні проєкції на одну площину.

У Росії плани Пскова (XVI ст.), Москви (XVII ст.) свідчать про те, що вже тоді існувало уявлення про аксонометрію.

Ще за часів Петра I технічні малюнки, що стосуються суднобудування, гідротехніки, архітектури виконувалися в прямокутних проєкціях.

Вражають своєю проєкційною бездоганністю проєкти будинків В. Растреллі, палацових мостів І.Б. Кулібіна, парових машин І.І. Ползунова.

Окремі правила і прийоми побудови зображень, що накопичувалися поступово, були зведені в систему і розвинені в праці французького ученого Гаспара Монжа (1749-1818), що вийшла друком у 1799 році за назвою «Geometrie descriptive» (Нарисна геометрія). Ця праця є аналогом геометричного способу Декарта і при розв'язанні геометричних задач зв'язує окремі прямокутні проєкції об'єктів на вертикальних і горизонтальних площинах в єдину систему.

Викладений Монжем метод – метод прямокутного (ортогонального) проєктування, який забезпечує виразність і точність зображення предметів на

площині, був і залишається основним методом упорядкування технічних креслень.

Перший курс нарисної геометрії був прочитаний у Росії в інституті інженерів шляхів сполучень учнем Г. Монжа інженером К. Потье.

Новий етап у розвитку нарисної геометрії почався в 40-і роки ХХ століття в Москві, коли професори Н.Ф. Четверухін (1889-1973) і С.М. Колотов (1880-1965) опублікували ряд наукових праць.

Період 40 – 80-х років характеризується швидким розвитком теорії поверхонь, яка знайшла прикладне застосування в усіх галузях народного господарства і військово-промислового комплексу.

Сьогодні проводиться серйозна робота з геометричного забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР). Автоматизація виробництва неможлива без автоматизації процесу проектування.

Однією з основних забезпечувальних підсистем САПР є комп'ютерна графіка (КГ).

Комп'ютерна графіка може бути визначена як сукупність технічних та програмних засобів і методів зв'язку користувача з ПЕОМ при вирішенні різних класів задач з технічного проектування.

Задачею КГ є не тільки зображення будь-якого об'єкта на основі вивчення і використання сучасних схемотехнічних пакетів (типу OrCAD і AutoCAD), але і конструювання його, вибір оптимального варіанту відповідно до наперед сформульованих критеріїв. Цей вибір при звичайному проектуванні шляхом перебору зробити практично неможливо.

Комп'ютерна графіка складається з таких компонентів:

- методичного забезпечення;
- технічного забезпечення;
- інформаційного забезпечення;
- організаційного забезпечення.

КГ є новим витком у розвитку нарисної геометрії й інженерної графіки, де на зміну виконанню креслень ручним способом прийшли сучасні схемотехнічні пакети, наприклад, такі як OrCAD і AutoCAD, і які будуть використовуватися під час вивчення даного курсу.

2. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ

2.1. Формати креслень і оформлення креслярських листів. ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 301-68*

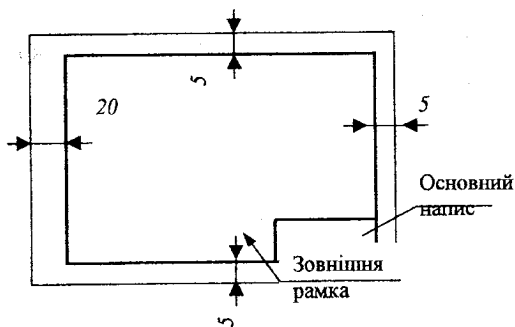


Рисунок 1.1.

Розмір креслярських листів вибирають не довільно, а у залежності від габаритних розмірів креслення.

Формати листів визначаються розмірами зовнішньої рамки креслення (рис. 1.1).

ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 301-68* установлює п'ять основних форматів креслень:

A0, A1, A2, A3, A4.

Таблиця 1 – Розміри основних форматів

| Позначення формату | Розміри сторін формату, мм |
|--------------------|----------------------------|
| A0 | 841 × 1189 |
| A1 | 594 × 841 |
| A2 | 420 × 594 |
| A3 | 297 × 420 |
| A4 | 210 × 297 |

Допускається за необхідністю застосовувати формат A5 із розмірами сторін 148 × 210 мм.

Площа формату
 $A0(841 \times 1189) = 1 \text{ м}^2$.

Інші основні формати (A1...A4) утворюються послідовним поділом формату A0 на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату.

На креслярських листах будь-якого розміру наноситься рамка товщиною не менше 0,7 мм. Рамка проводиться уздовж лівої сторони формату на відстані 20 мм (поля для підшивки), а уздовж інших сторін – на відстані 5 мм.

Основний напис розміщується в правому нижньому куті поля креслення (для формату A4 - уздовж короткої сторони).

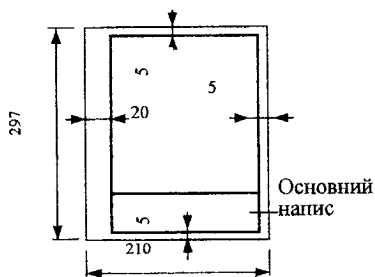


Рисунок 1.2.

Формат A4 розташовується тільки вертикально.

2.2. Масштаби: ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 302-68

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображеного на кресленні предмета до його дійсних розмірів.

Доцільно виконувати креслення в масштабі 1:1. Однак у залежності від розміру і складності об'єкта креслення, а також від виду креслення часто доводиться розміри зображення предмета збільшувати або зменшувати порівнянно з дійсними розмірами.

У цих випадках звертаються до побудови зображення в масштабі.

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 2. 302-68 «Масштаби» установлені наступні масштаби:

- натуральний розмір — 1:1;
- масштаби зменшення — 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- масштаби збільшення — 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Крім числових масштабів, існують лінійні і кутові масштаби.

Масштаб зазначається у визначеній для цього графі основного напису. Пишеться через літеру М, наприклад: 1:2; 1:5 і т.д., в інших випадках — по типу М1:20 і т.д.

Якщо окремо на кресленні зображення (вид, розріз, перетин, виносний елемент) виконано в масштабі, відмінному від масштабу креслення, він зазначається безпосередньо під написом:




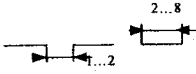
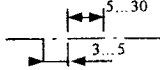
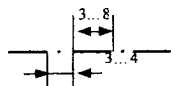
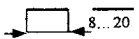
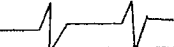
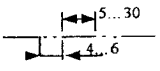
$$\frac{A - A}{M 1 : 2}, \quad \frac{\text{Вид } A}{M 5 : 1} \quad \frac{1}{M 10 : 1}$$

На табличних і інших подібних кресленнях масштаб у графі основного напису не зазначається.

2.3. Лінії. ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 303-68

ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 303-68 «Лінії» установлює наступні типи ліній таб. 2:

Таблиця 2 – Типи ліній

| Найменування | Зображення | Товщина ліній | Основне призначення |
|---|---|-----------------|---|
| 1. Суцільна товста – основна |  | S | Лінії видимого контуру Лінії контуру перетину |
| 2. Суцільна тонка |  | S/2 до S/3 | Лінії розмірні і виносні Лінії штрихування Лінії винесення Полки ліній |
| 3. Суцільна хвиляста |  | від S/2 до S/3 | Лінії обриву Лінії розмежування виду і розрізу |
| 4. Штрихова |  | від S/2 до S/3 | Лінії невидимого контуру |
| 5. Штрих пунктирна, тонка |  | від S/2 до S/3 | Лінії осьові і центральні |
| 6. Штрих-пунктирна, стовщена |  | від S/2 до 2/3S | Лінії, що позначають поверхні, які підлягають термообробці або покриттю |
| 7. Розімкнута |  | від S до 3/2S | Лінії перетину |
| 8. Суцільна тонка зі зламами |  | від S/2 до S/3 | Лінії обриву |
| 9. Штрих-пунктирна з двома точками, тонка |  | від S/2 до S/3 | Лінії вигину на розгортках |

2.4. Шрифти креслярські. ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 304-81

Всі написи на кресленнях необхідно виконувати шрифтами, установленими ДЕРЖСТАНДАРТОМ 2. 304-81.

У залежності від висоти h великих літер у мм, яка вимірюється перпендикулярно до основи рядка, визначається розмір шрифту.

Встановлено наступні розміри шрифтів:

(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Застосування шрифту 1,8 не рекомендується.

Висота малих літер C визначається з відношення їхньої висоти до висоти великих літер h шрифту, наприклад:

$$C = 7/10h.$$

Ширина літери g визначається також стосовно розміру h шрифту або стосовно товщини d лінії шрифту, наприклад,

$$g = 6d.$$

Товщина лінії d шрифту визначається в залежності від типу і висоти шрифту.

Установлено наступні типи шрифту:

– тип А – без нахилу з товщиною d лінії шрифту, рівною $1/14$ висоти h великих літер:

$$d = 1/14h;$$

– тип А -- з нахилом літер і цифр до основи рядка 75° ;

– тип Б – без нахилу з товщиною d лінії шрифту, що дорівнює $1/10$ висоти h великих літер:

$$d = 1/10h;$$

– тип Б – з нахилом літер і цифр до основи рядка 75° .

Відхилення розмірів літер і цифр від стандартних можуть складати $\pm 0,5$ мм.

Для всього тексту на кресленні товщина ліній літер і цифр повинна бути однаковою.

3. ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ СХЕМ. ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 701-84, 2. 702-75, 2. 710-81

3.1. Види і типи електричних схем

Вид схеми залежить від видів елементів, що входять у пристрій, а також від зв'язків між цими елементами.

Електричною схемою називається графічний конструкторський документ, на якому за допомогою умовних позначень показаний електричний принцип роботи виробу.

Типи схем:

- схема структурна;
- схема функціональна;
- схема принципова.

Структурною схемою називається графічний конструкторський документ, що визначає основні функціональні частини виробу, їхнє призначення і взаємозв'язок. На рис. 1.3 показана структурна схема осцилографа, а на рис. 1.4 – структурна схема телевізора).

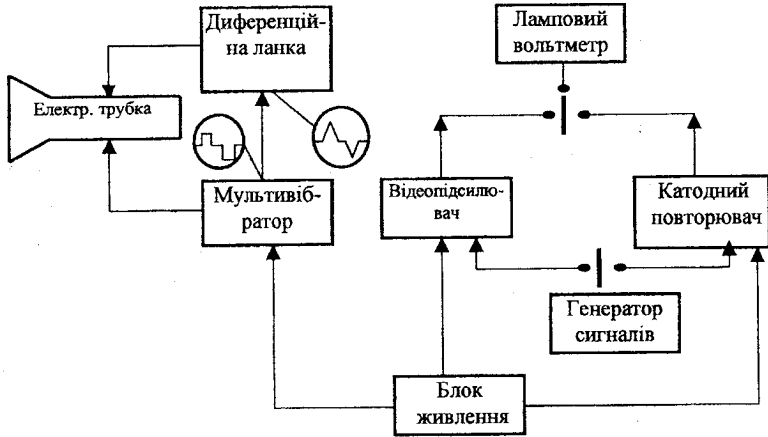


Рисунок 1.3

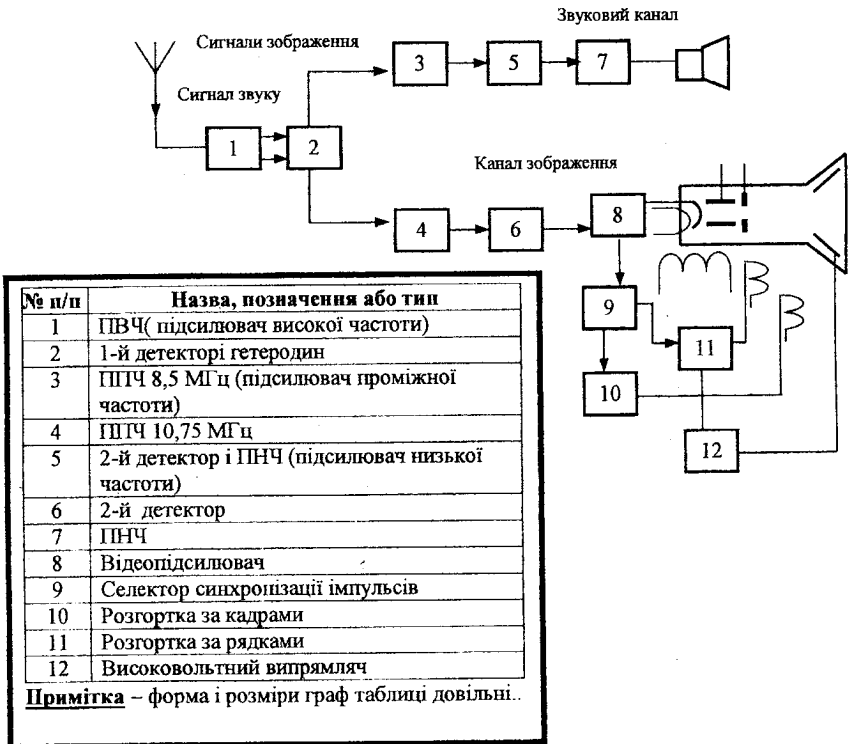


Рисунок 1.4

Функціональною схемою називається графічний конструкторський документ, що роз'яснює визначені процеси, які відбуваються в окремих функціональних ділянках пристрою або у виробі в цілому (рис. 1.5. Схема блока імпульсних пристроїв).

Функціональними схемами користуються для вивчення принципів роботи пристроїв чи приборів, а також при їхньому регулюванні, контролі і ремонті та налагоджуванні.

Принциповою схемою називається графічний конструкторський документ, що визначає повний склад елементів виробу і зв'язки між ними, і як правило, дає детальне уявлення про принципи роботи виробу (рис. 1.6. Схема електрична принципова генератора тактових імпульсів процесора INTEL 8086).

Принципові схеми служать основою для розробки інших конструкторських документів на цей виріб.

Принциповими схемами користуються при налагоджуванні, регулюванні, контролі і ремонті виробів.

На принциповій схемі зображені умовні графічні позначення елементів і ліній взаємозв'язку між елементами.

Елементом називається складова частина виробу, що виконує визначені функції у виробі і не може бути розділена на дві частини, які б мали самостійне функціональне призначення. Приклади електротехнічних елементів: резистори, транзистори, конденсатори тощо.

Лінією взаємозв'язку між елементами виробів називається обрізок проводу, кабелю, що з'єднує функціональні частини виробу.

Складовими частинами схеми також є:

- пояснювальні написи;
- таблиці;
- основний напис;
- перелік елементів.

3.2. Вимоги щодо креслення й оформлення схем

1. Схеми виконуються без дотримання масштабу, але умовні графічні позначення (УГП) рекомендується виконувати в масштабах, зазначених у ДЕРЖСТАНДАРТІ 2.302-68.
2. Схема повинна виконуватися компактно, але без втрати ясності і зручності її читання.
3. У правому нижньому куту схеми повинен бути виконаний основний напис за установленою формою.
4. Товщину тонких ліній варто приймати від 0,3 до 0,4 мм.
5. Товщину основних ліній рекомендується приймати ≈ 1 мм.

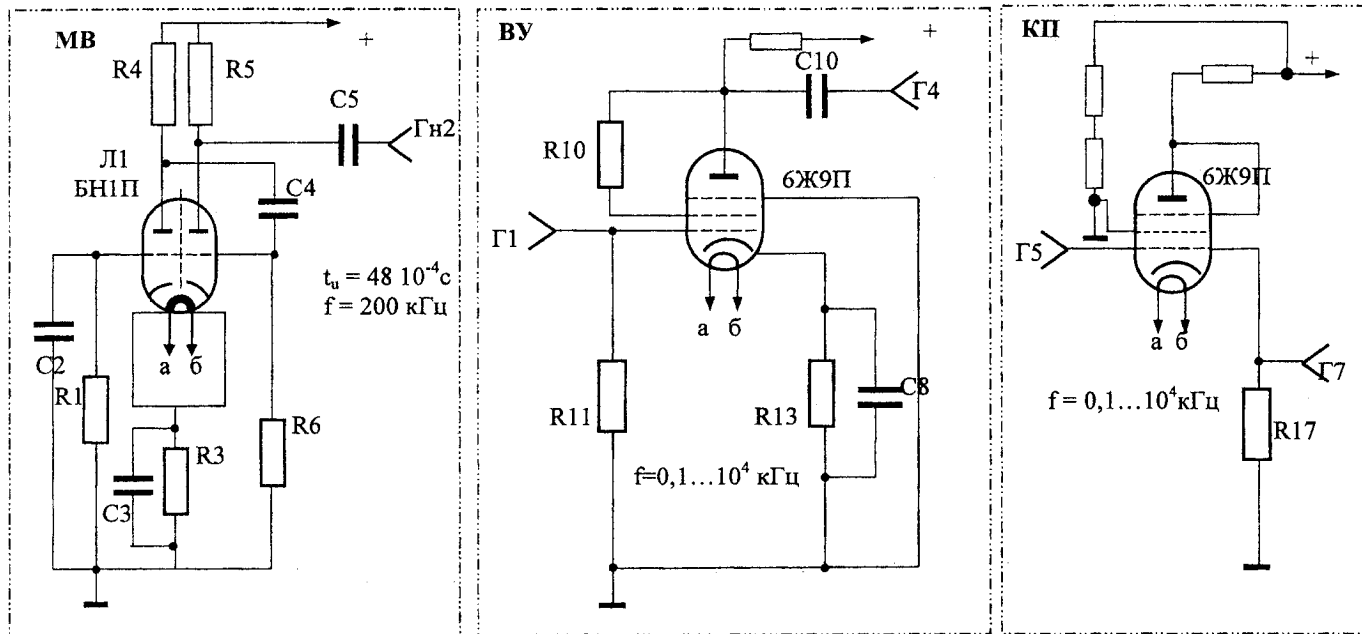


Рисунок 1.5

3.3. Правила креслення електричних структурних схем

На структурній схемі зображують:

- елементи, пристрої;
- функціональні групи;
- зв'язки між ними.

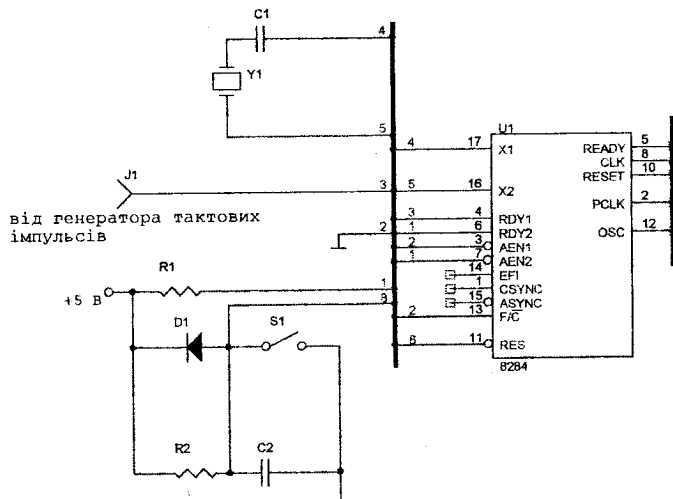


Рисунок 1.6

Основні правила креслення електричних структурних схем наступні:

- пристрої на схемі зображують у виді квадратів або прямокутників, розміри яких наведені на рис. 1.7. Прямокутники креслять суцільними основними лініями;

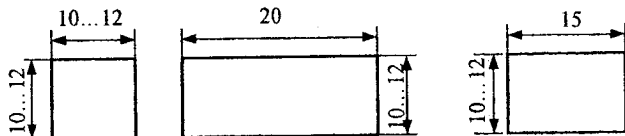


Рисунок 1.7

- з метою підвищення наочності схеми окремі елементи можна зображувати у виді зовнішніх обрисів (див. рис. 1.3);
- функціональні групи на схемі зображують у виді квадратів або прямокутників (див. рис. 1.3, 1.4, 1.5);
- найменування, позначення або тип функціональної частини вписують у прямокутники;
- з метою скорочення написів на структурних схемах часто застосовують літерні позначення найбільше поширених функціональних частин.

Наприклад:

- ПВЧ - підсилювач високої частоти;
- МВ - мультівібратор;
- БЖ - блок живлення тощо.
- лінії зв'язку зображують із найменшим числом змін напрямку ліній і перетинань;
- рекомендується стрілкою позначати напрямок ходу процесів, що відбуваються у виробі.

Допускається розміщати на схемі:

а) пояснювальні написи, наприклад (див. рис. 1.4): «Звуковий канал», «Канал зображення».

б) діаграми і таблиці, що визначають послідовність процесів у часі (див. рис. 1.4);

в) параметри в характерних точках:

- величини струму; частоту струму; величину напруги;
- математичні залежності;
- форми і розміри імпульсів (див. рис. 1.3.).

3.4. Правила креслення електричних функціональних схем

На функціональній схемі зображують функціональні частини виробу (елементи, пристрої, функціональні групи), що беруть участь у процесі і зв'язки між цими частинами. Наприклад, на рис. 1.5 показана функціональна схема блоку імпульсних пристроїв.

Функціональні частини на схемі, як правило, зображуються у виді умовних графічних позначень.

Окремі пристрої і функціональні групи допускається зображувати у виді квадратів або прямокутників, як на структурній схемі.

На схемі повинні бути зазначені:

- для кожної функціональної групи – її найменування; для кожного пристрою, зображення у виді прямокутника, – його найменування, позначення або тип;
- для кожного пристрою, зображення у виді УГП, – його позначення або тип;
- для кожного елемента – позиційне позначення, привласнене йому на принциповій схемі або тип;
- основний напис.

Примітка. Найменування, позначення і типи пристроїв функціональних груп рекомендується вписувати в прямокутники за зразком рис. 1.3.

На схемі рекомендується вказувати технічні характеристики функціональних частин (поруч із графічними позначеннями або на вільному полі схеми).

На схемі розміщують пояснювальні написи, діаграми, таблиці, а також указують параметри в характерних точках (величини струму, напруги, форми і величини імпульсів, математичні залежності тощо).

3.5. Правила креслення електричних принципових схем. ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 702-75. Зміст схеми

На принциповій схемі зображують: – всі електричні елементи, пристрої і функціональні групи, що беруть участь у заданому електричному процесі (див. рис. 1.6.);

- всі електричні зв'язки між елементами;
- роз'ємні пристрої, затискувачі, плати, електричні елементи, якими закінчуються вхідні і вихідні електричні кола тощо.

При кресленні схеми припускають, що виріб знаходиться у відключеному положенні.

Елементи на схемі зображують у виді умовних графічних позначень (ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 721-74).

Умовні графічні позначення (УГП) повинні виконуватися за наступними правилами:

1. УГП встановлені стандартами Єдиної системи конструкторських документів (ЕСКД) і зображуються розмірами, встановленими ними.

2. Розміри УГП, а також товщини їхніх ліній повинні бути однаковими на всіх схемах для даного виробу.

3. УГП необхідно виконувати лініями тієї самої товщини, що і лінії зв'язку.

4. УГП зображують на схемі в положенні, в якому вони наведені у відповідних стандартах, або поверненими на кут кратний 90° .

5. При кресленні УГП зі збільшенням або зі зменшенням варто користуватися масштабами ДЕРЖСТАНДАРТ 2.302-68.

6. Нестандартне, але пропорційне зменшення розмірів УГП допускається при кресленні схем насичених елементами.

Нестандартне, але пропорційне УГП допускається: при кресленні ілюстративних схем на великих форматах, якщо потрібно підкреслити особливе призначення окремих елементів.

Кожний елемент, що є складовою частиною виробу і зображений на схемі, повинен мати позиційне позначення:

- літерно-цифрове;
- цифрове.

Літерно-цифрове позиційне позначення елемента схеми складається із літери і його порядкового номера на схемі: С1, R12 і т.д.

Літерне позначення є скорочене найменування елемента (ДЕРЖСТАНДАРТ 2. 702-75 п.3). Порядкові номери елементам привласнюють, починаючи з одиниці, у межах групи елементів, яким на схемі привласнене однакове літерне позначення, наприклад, R1, R2, R3 і т.д.

Порядковий номер ставиться після літерного позначення:

- цифри і літери виконують одним розміром шрифту (рекомендується розмір 5 або 7);
- порядкові номери елементам привласнюють, як правило, зверху вниз і в напрямку зліва на право;
- літерно-цифрові позначення наносять із правого боку від УГП або над ним (рис. 1.8);

– цифрові позиційні позначення розташовують так само, або вписують в коло $\varnothing 10-12$ мм (рис. 1.9).

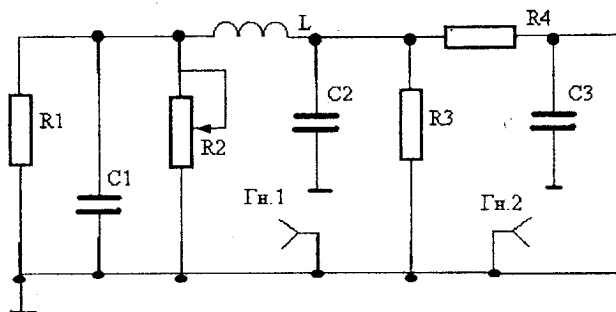


Рисунок 1.8

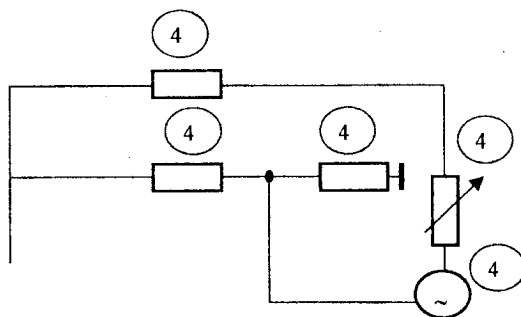


Рисунок 1.9

Перелік елементів схеми виконують у виді таблиці (таб. 3).

Таблиця 3 – Перелік елементів схеми

| Поз. позначення | Найменування | Кількість | Примітка |
|-----------------|--------------|-----------|----------|
| R1...R12 | Резистори | 12 | |
| C1...C3 | Конденсатори | 3 | |
| 20 | 110 | 10 | |
| 185 | | | |

15

8min

У графі «Примітка», при необхідності, вказують технічні дані елементів, що не містяться в його найменуванні.

ЛЕКЦІЯ 2

ПЛАН

1. Геометричні фігури. Геометричний простір. Відображення.
2. Основні способи проєціювання.
 - 2.1. Центральне проєціювання.
 - 2.2. Паралельне проєціювання.
 - 2.3. Косокутне паралельне проєціювання.
3. Метод Монжа. Точка в системі V, H, W.
 - 3.1. Ортогональне проєктування.
 - 3.2. Точка в системі V, H, W.
4. Ортогональні проєкції і система ортогональних координат.

1. ГЕОМЕТРИЧНІ ФІГУРИ. ГЕОМЕТРИЧНИЙ ПРОСТІР. ВІДОБРАЖЕННЯ

Будь-яка множина точок називається геометричною фігурою. Геометричних фігур дуже багато, але до основних відносяться лише три: *точка, пряма і площина*.

Між цими основними фігурами існують різні співвідношення, що визначаються словами:

- належати;
- бути рівнобіжним;
- лежати між;
- бути конгруентним тощо.

Геометричним простором сучасна геометрія називає сукупність однорідних об'єктів (фігур). Наприклад, геометричний простір може складатися з множини точок, прямих або площин. У залежності від властивостей реальних об'єктів геометричному простору надаються різні властивості.

Так, якщо покласти в основу систему аксіом Евкліда-Гільберта, то одержимо так званий евклідовий простір.

Простір розглядається з нескінченно віддалених або невластних елементів. Прийнято, що простір має одну нескінченну площину.

У перетині з цією площиною кожна пряма має одну точку перетину, яка може знаходитись в нескінченній відстані, а кожна площина – одну нескінченно віддалену пряму. Таким чином, паралельні прямі перетинаються у нескінченно віддаленій точці, а паралельні площини перетинаються вздовж нескінченно віддаленої прямої.

Основу інженерної і комп'ютерної графіки складає метод проєкцій, що дозволяє одержувати відображення просторових фігур на площині або поверхні.

Згідно з цим методом кожній точці тривимірного простору ставиться у відповідність визначена точка двувимірного простору (площини).

Таким чином, на площині відображаються усі фігури, що знаходяться у просторі.

НТБ ВНТУ
М.Вінця

465579

2. ОСНОВНІ СПОСОБИ ПРОЕЦІЮВАННЯ

Існують наступні способи проєціювання:

- центральне проєціювання;
- паралельне проєціювання.

Паралельне проєціювання, в свою чергу, може бути:

- а) косокутним;
- б) прямокутним, ортогональним проєціюванням.

2.1. Центральне проєціювання

Для одержання центральних проєкцій треба задатися:

- площиною проєкцій P ;
- центром проєкцій S , що не лежать у цій площині.

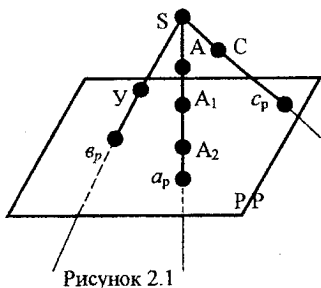


Рисунок 2.1

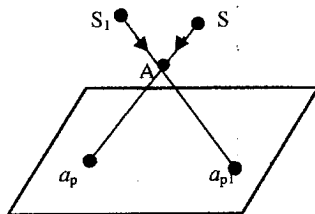


Рисунок 2.2

Узявши деяку точку A і провівши через S і A пряму лінію до перетину її з площиною P , одержимо точку a_p . Теж саме робимо, наприклад, із точками B і C .

Точки a_p, b_p, c_p є *центральними проєкціями* точок A, B, C на площині P : – вони утворюються в перетині *проєціовальних прямих* (променів), SA, SB, SC із площиною проєкцій.

Отже, при заданих площині проєкцій P і центру проєкцій S (рис. 2.1) можна побудувати проєкцію точки a_p ; *але маючи проєкцію (a_p) не можна за нею визначити положення самої точки A в просторі, тому що нею може бути будь-яка точка прямої SA* . Для єдиного рішення (тобто однозначного визначення точки в просторі), необхідні додаткові умови: не змінюючи положення площини P візьмемо новий центр S_1 (рис. 2.2) – одержимо нову проєкцію точки A – точку a_{p1} . Тепер точка A однозначно визначена у просторі за своїми двома проєкціями.

Висновок. *Дві проєкції точки однозначно визначають її положення в просторі.*

2.2. Паралельне проєціювання

Паралельне проєціювання можна розглядати як окремий випадок центрального, якщо прийняти, що центр проєкцій знаходиться в нескінченності.

Умовимося вважати всі проєктувальні прямі паралельними. Для їхнього проведення повинен бути визначений деякий напрямок S (рис. 2.3).

Побудовані у такий спосіб проєкції називаються *паралельними*.

Паралельне проєктування поділяється на *косокутне* і *прямокутне*. У першому випадку (розглянутий вище) напрямок проєктування складає з площиною проєкцій кут, що не дорівнює 90° , у другому випадку проєктувальні прямі перпендикулярні до площини проєкцій.

2.3. Косокутне паралельне проєціювання

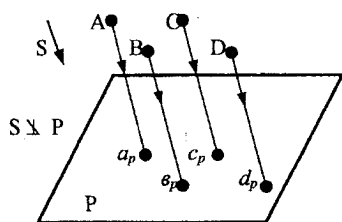


Рисунок 2.3

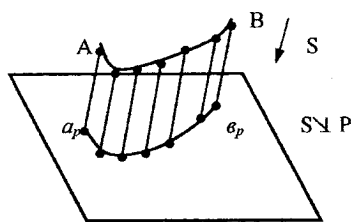


Рисунок 2.4

Отже, паралельною проєкцією точки будемо називати точку перетину прямої, проведеної паралельно заданому напрямку, із площиною проєкції (рис. 2.3).

Щоб одержати паралельну проєкцію будь-якої лінії, можна побудувати проєкцію ряду її точок і провести через ці проєкції лінію (рис. 2.4).

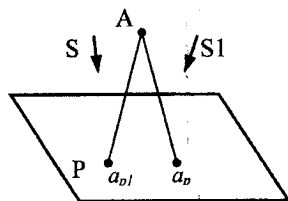


Рисунок 2.5

Однозначність визначення положення точки в просторі (зворотна задача) розглядається так само, що і при центральному проєктуванні: вибирається ще один напрямок $S1$ (рис. 2.5).

3. МЕТОД МОНЖА ТОЧКА У СИСТЕМІ V, H, W

3.1. Ортогональне проектування

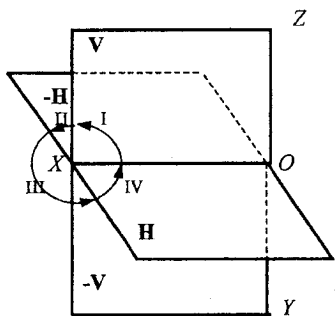


Рисунок 2.6

На рис. 2.6 зображені дві взаємно перпендикулярні площини. Прийнемо їх за площини проєкцій:

- V – фронтальна площина проєкцій;
- H – горизонтальна площина проєкцій;
- OX – вісь проєкції (лінія перетину двох взаємно перпендикулярних площин проєкцій).

Дві взаємно перпендикулярні площини V і H розбивають простір на чотири чверті або квадранти (позначається проти годинникової стрілки).

Щоб одержати проєкції точки A на дві взаємно перпендикулярні площини V і H, необхідно з точки A провести перпендикуляри до V і H і на перетині з ними одержимо проєкції точки A: горизонтальну – a ; фронтальну – a' (рис. 2.7). Проектовні прямі, відповідно перпендикулярні до V і H, визначають площину P, перпендикулярну до площин проєкцій V і H і до осі проєкцій OX. Ця площина у перетині з V і H утворить дві взаємно перпендикулярні прямі a' , a_x і a , a_x , що перетинаються в точці a_x на осі проєкцій.

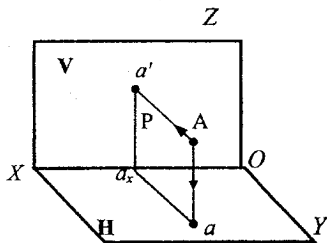


Рисунок 2.7

Висновок. *Проекції будь-якої точки розташовуються на прямих, що перпендикулярні до осі проєкцій і перетинають цю вісь в одній і тій самій точці.*

Якщо задані проєкції a' і a деякої точки A (рис. 2.8), то провівши перпендикуляри через a' до площини V і через a до площини H – одержимо у перетині цих перпендикулярів шукану точку A.

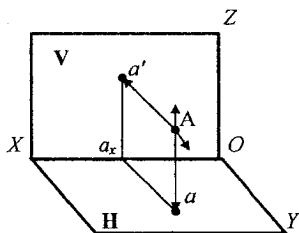


Рисунок 2.8

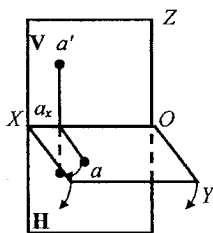


Рисунок 2.9

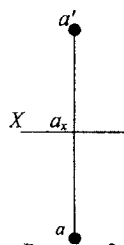


Рисунок 2.10

Висновок. Дві проєкції точки цілком визначають її положення в просторі щодо даної системи площин проєкцій.

Якщо повернути площину Н навколо осі проєкцій на кут, що дорівнює 90° (рис. 2.9), одержимо одну площину креслення; проєкції a' і a розташуються на одному перпендикулярі до осі проєкцій (рис. 2.10) на лінії зв'язку. У результаті зазначеного суміщення площин V і Н одержуємо креслення, відоме за назвою ЕПЮР (ЕПЮР МОНЖА). Це креслення у системі V, Н або в системі двох прямокутних проєкцій.

3.2. Точка в системі V, Н, W

У ряді побудов і при розв'язанні задач виявляється необхідним вводити в систему V, Н й інші площини проєкцій. Уведемо в систему V, Н ще одну площину проєкцій W – профільну. Крім осі OX, з'явилися осі OY і OZ перпендикулярні до OX, центр – O.

На рис. 2.11 показана схема суміщення Н, V, W в одну площину. Для осі OY дано два положення (рис. 2.13).

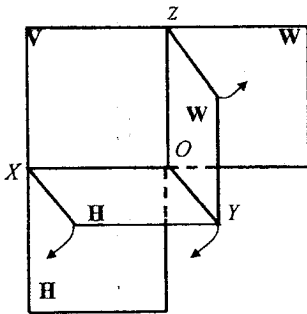


Рисунок 2.11

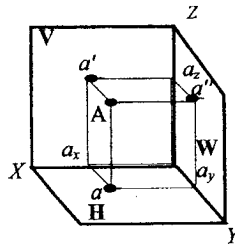


Рисунок 2.12

Наочні зображення на рис. 2.12 і 2.14 містять горизонтальну, фронтальну і профільну проєкції точки А.

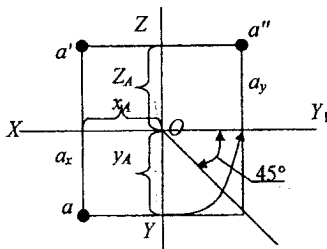


Рисунок 2.13

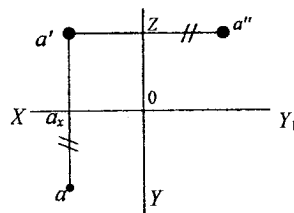


Рисунок 2.14

Для побудови профільної проекції за фронтальною і горизонтальною можна скористатися або дугою окружності, проведеної з точки, або бісектрисою кута (показано на рис. 2.13).

4. ОРТОГОНАЛЬНІ ПРОЕКЦІЇ І СИСТЕМА ПРЯМОКУТНИХ КООРДИНАТ

Модель положення точки в системі V, H, W (рис. 2.12) аналогічна моделі, яку можна побудувати, знаючи прямокутні координати цієї точки (декартові координати – Декарт (1596-1650 р.) – французький математик і філософ). За моделлю положення точки визначають числа, що виражають її відстань від трьох взаємно перпендикулярних площин – площин проекцій.

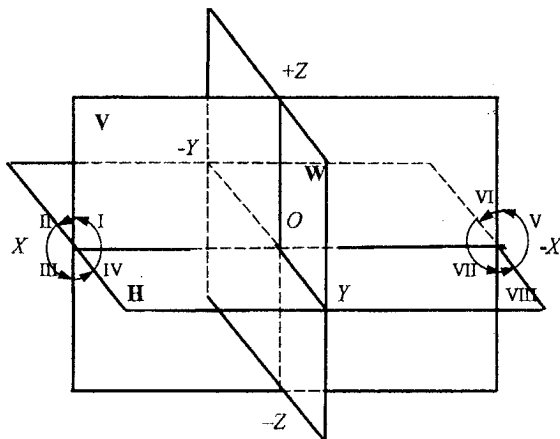


Рисунок 2.15

Площини координат у своєму перетині утворюють вісім тригранних кутів, поділяючи простір на вісім частин – вісім октантів (рис. 2.15).

На рис. 2.12 зображений 1-й октант. Показано утворення відрізків, що визначають координати деякої точки A:

$A a'' = 0 a_x = \dots =$ абсциса т. A;

$A a' = 0 a_y = \dots =$ ордината т. A;

$A a = 0 a_z = \dots =$ аппликата т. A.

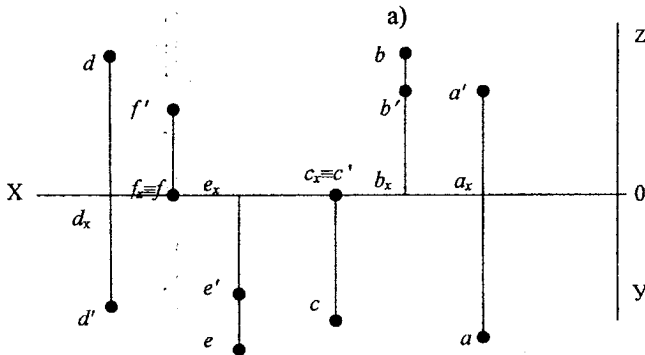
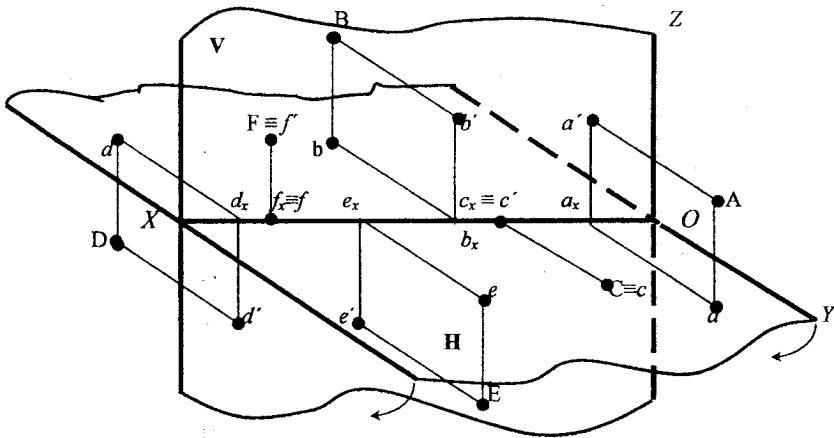
ЛЕКЦІЯ 3

ПЛАН

1. Прямокутні проекції основних геометричних фігур.
2. Проекції відрізка прямої лінії.
3. Особливі (приватні) положення прямої лінії відносно площин проекції.
4. Точка на прямій.
5. Сліди прямої.
6. Взаємне положення двох прямих.

1. ПРЯМОКУТНІ ПРОЕКЦІЇ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР

Точки у чвертях і октантах простору



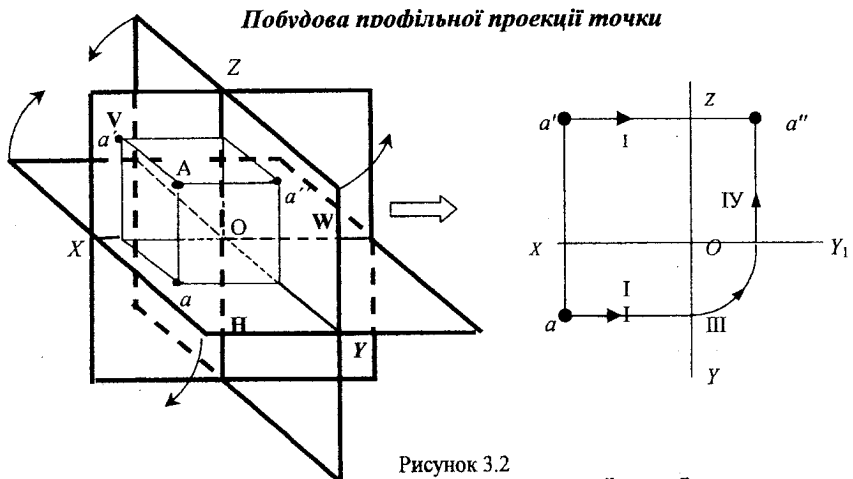
б)

Рисунок 3.1

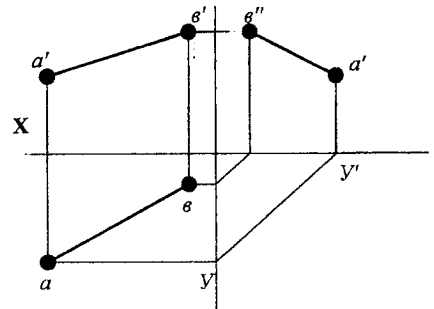
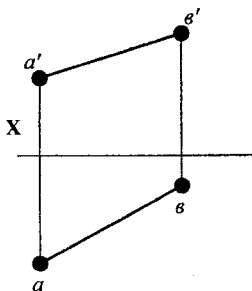
Варто докладно розглянути побудову проєкцій (рис. 3.1, а) і епорів (рис. 3.1, б) точок, розташованих у різних чвертях простору, та які лежать на площинах проєкції і на осі OX . Зазначити в таблиці знаки координат точок:

- т. А – I чверть;
- т. В – II чверть;
- т. D – III чверть;
- т. E – IV чверть;
- т. С – площина H;
- т. F – площина V;
- т. G – вісь OX .

| Точка | Знаки координат | | | Октант |
|-------|-----------------|------|------|-----------|
| | OX | OY | OZ | |
| A | +... | +... | +... | I |
| B | + | - | + | II |
| C | + | + | 0 | H |
| D | + | - | - | III |
| E | + | + | - | IV |
| F | + | 0 | + | V |
| G | + | 0 | 0 | вісь OX |



2. ПРОЄКЦІЇ ВІДРІЗКА ПРЯМОЇ ЛІНІЇ



Припустимо, що задані фронтальні і горизонтальні проекції точок А і В (рис. 3.3). Якщо проведемо через однойменні проекції цих точок прямі лінії, ми одержимо проекції відрізка АВ: фронтальну – ($a'b'$) і горизонтальну – (ab).

На рис. 3.4 дано креслення відрізка АВ у системі V, H, W. Профільні проекції $a''b''$ побудовані так як показано на рис. 3.2.

Точки А і В знаходяться на різних відстанях від площин V, H, W, тобто, пряма АВ не паралельна жодній з площин проекцій і не перпендикулярна до них. При цьому жодна з проекцій прямої не паралельна і не перпендикулярна до осі проекцій. Така пряма називається *прямою загального положення*.

3. ОСОБЛИВІ (ПРИВАТНІ) ПОЛОЖЕННЯ ПРЯМОЇ ЛІНІЇ ВІДНОСНО ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Пряма лінія може займати щодо площин проекцій особливі (інакше *приватні*) положення. Розглянемо їх за наступними ознаками:

- пряма паралельна одній площині проекцій;
- пряма паралельна двом площинам проекцій.

У першому випадку одна проекція відрізка прямої дорівнює самому відрічку. У другому випадку дві проекції відрізка дорівнюють йому.

Пряма паралельна одній площині проекції

1. **Пряма паралельна площині H** (рис. 3.5). У цьому випадку фронтальна проекція прямої паралельна осі проекцій, а горизонтальна проекція відрізка цієї прямої дорівнює самому відрічку:

$$a'b' = AB.$$

Така пряма називається *горизонтальною*.

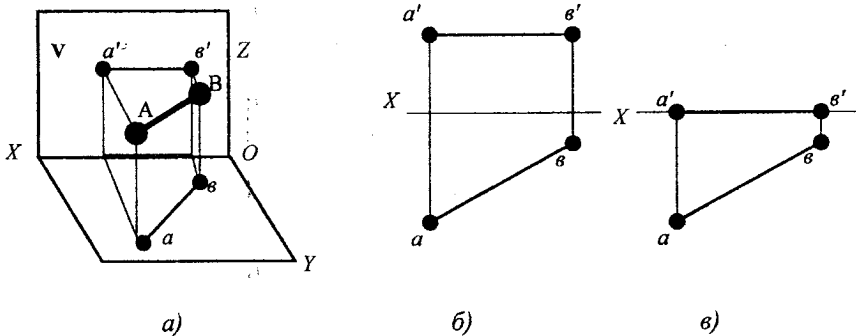


Рисунок 3.5

Якщо, наприклад, проекція $a'b'$ співпадає з віссю проекцій, то відрізок АВ розташований у площині H (рис 3.5, в).

2. Пряма паралельна площині V (рис. 3.6). У такому випадку її горизонтальна проекція паралельна осі проєкцій, а фронтальна дорівнює самому відрізку: $c'd' = CD$. Така пряма називається *фронтальною*.

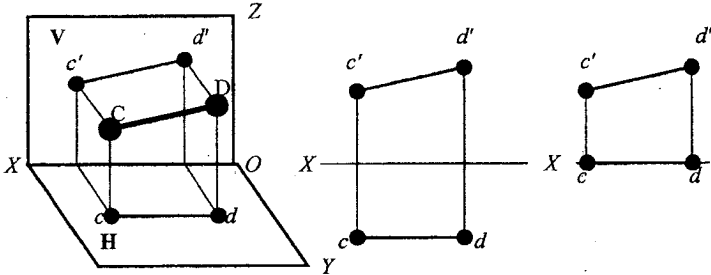


Рисунок 3.6

3. Пряма паралельна площині W (рис. 3.7). У цьому випадку горизонтальна і фронтальна проєкції прямої розташовуються на одному перпендикулярі до осі OX , а профільна проєкція цієї прямої дорівнює самому відрізку: $e', f'' = EF$. Така пряма називається *профільною*.

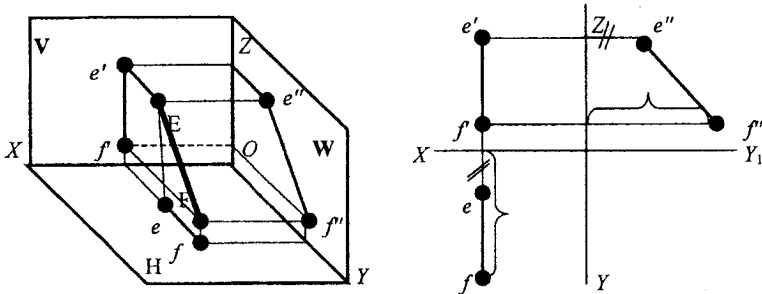


Рисунок 3.7

Пряма паралельна двом площинам проєкцій (проєціювальна пряма)

1. Пряма паралельна площинам V і H (рис. 3.8, а), тобто, перпендикулярна до W . Проєкція на площину W являє собою точку. Така пряма називається *профільно-проєціювальною*.

2. Пряма паралельна площинам H і W (рис. 3.8, б), тобто, перпендикулярна до V . Проєкція її на площину W являє собою відрізок прямої, який дорівнює CD . Така пряма зветься *фронтально-проєціювальною*.

3. Пряма паралельна площинам V і W (рис. 3.8), тобто, перпендикулярна до H . Проєкція на площину W являє собою відрізок, паралельний і дорівнює $e'f'$. Така пряма зветься *горизонтально-проєціювальною*.

На рис. 3.9 показано наочне зображення проєкцій розглянутих прямих.

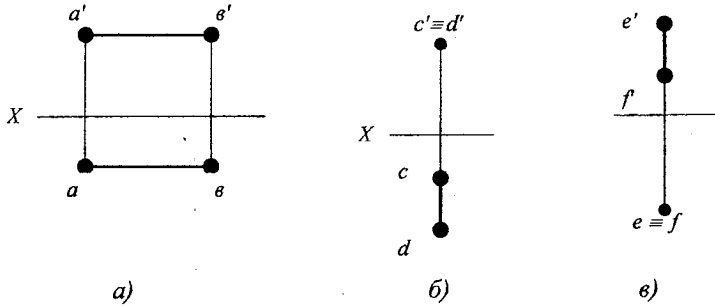


Рисунок 3.8.

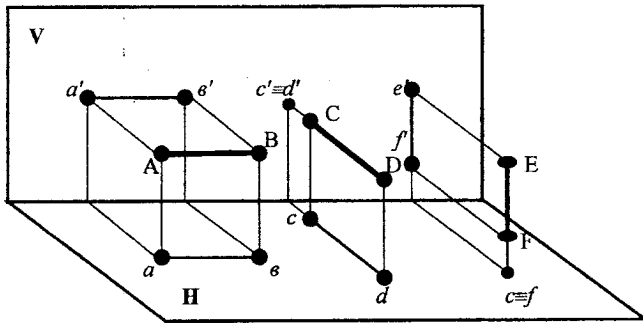


Рисунок 3.9

4. ТОЧКА НА ПРЯМІЙ

1. Точка належить прямій, якщо проєкції цієї точки лежать на відповідних проєкціях прямих (рис. 3.10).

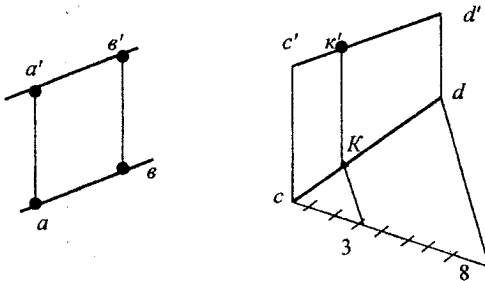


Рисунок 3.10

2. Відношення відрізків прямої лінії дорівнює відношенню їхніх проєкцій.

$$\frac{c'k'}{k'd'} = \frac{ck}{kd} = \frac{CK}{KD} = \frac{n}{m}$$

5. СЛІДИ ПРЯМОЇ

Точка (точка М) перетину прямої із горизонтальною площиною проєкцій називається *горизонтальним слідом прямої*; точка (точка N) перетину прямої з фронтальною площиною проєкцій називається *фронтальним слідом прямої* (рис. 3.11).

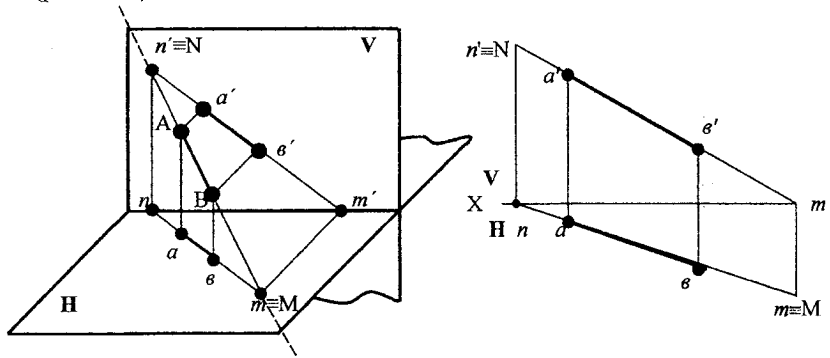


Рисунок 3.11.

6. ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ДВОХ ПРЯМИХ

Паралельні прямі. Проекції двох прямих паралельні між собою.

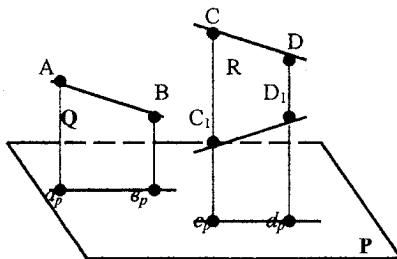


Рисунок 3.12

Якщо (рис. 3.12) пряма $AB \parallel CD$, то проєціювальні площини, перпендикулярні деякій площині проєкції, у даному випадку $Q \perp P$, $R \perp P$ та Q і R паралельні між собою і при перетині їх із площиною P утворюють паралельні між собою проєкції:

$$a_p b_p \parallel c_p d_p.$$

Однак прямі, для яких a_p, v_p і c_p, d_p є проєкціями, можуть бути і не паралельні між собою: пряма АВ не паралельна C_1D_1 .

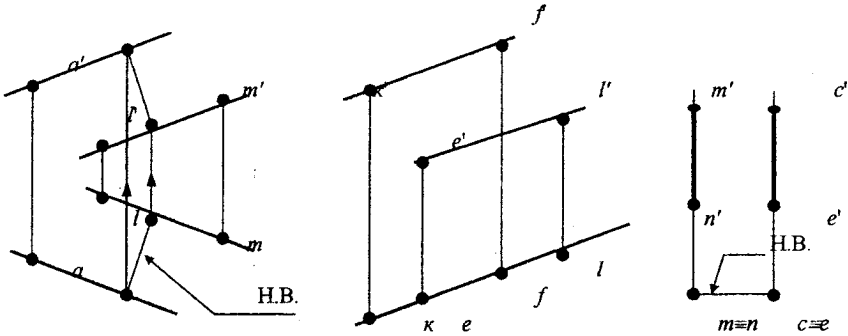


Рисунок 3.13

Отже: горизонтальні проєкції паралельних прямих паралельні між собою; фронтальні проєкції паралельні між собою; профільні проєкції паралельні між собою.

Пересічні прямі. Якщо прямі лінії (рис. 3.14) перетинаються, то вони мають загальну точку (К).

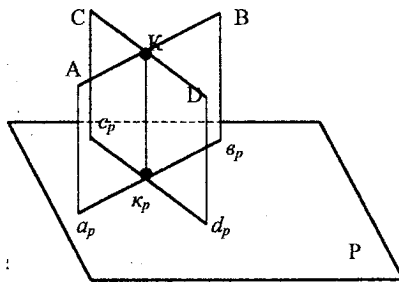


Рисунок 3.14

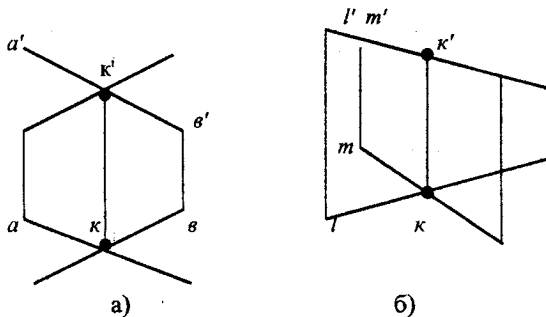


Рисунок 3.15

Необхідною і достатньою умовою є те, що проєкції точки перетину повинні лежати на одній лінії зв'язку (рис. 3.15,а, б). Зображені на рис. 3.15,б пересічні промі розташовані у загальній для них проєктувальній площині перпендикулярна до площини V . Тому фронтальні проєкції цих прямих розташовані на одній прямій.

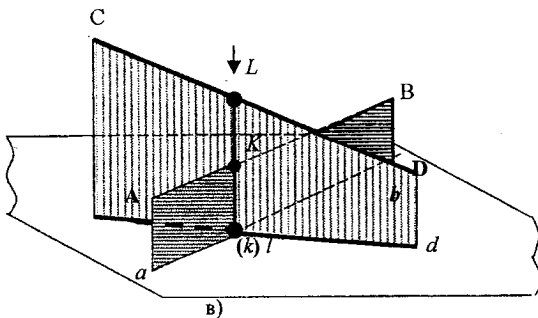
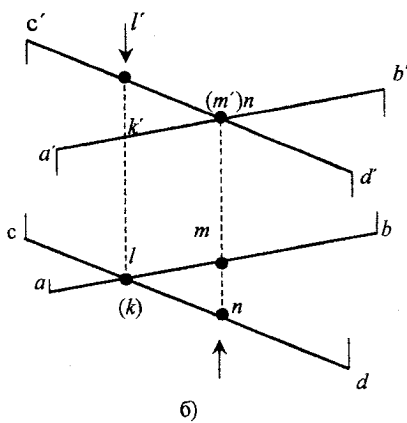
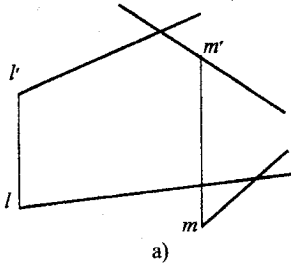


Рисунок 3.16

Мимобіжні промі. Мимобіжні промі – це промі, що не мають загальної точки. Вони розташовані у різних площинах, не паралельні і не перетинаються. Відстань між мимобіжними прямими дорівнює відстані між площинами, в яких вони лежать.

На рис.3.16, а зображені дві мимобіжні промі загального положення.

Як треба прозгядати точку перетину одноіменних проєкцій мимобіжних прямих? Вона уявляє собою проєкції двох точок, з яких одна належить першій, а друга – другій з цих мимобіжних прямих. Наприклад на рис. 3.16, б точка з проєкціями k і k належить прямій АВ, а точка з проєкціями l і l належить прямій CD. Обидві точки однаково віддалені від площини V , але відстань їх від площини H різна: точка з проєкціями l і l розташована далі від H , ніж точка k і k (рис. 3.16,в).

Точки з проєкціями m , m і n , n однаково віддалені від площини H , але відстань цих точок від площини V різна.

Точка з проєкціями l і l , що належить прямій CD, закриває собою точку з проєкціями k і k прямої АВ по відношенню до площини H ; відповідний напрямок погляду узказано стрілкою у проєкції l . По відношенню

до площини V точка з проєкціями n , n прямої CD закриває собою точку з проєкціями m , m прямої АВ; напрямок погляду узказано стрілкою знизу, у проєкції n .

ЛЕКЦІЯ 4

ПЛАН

- 1 Площина. Способи завдання.
- 2 Сліди площини.
- 3 Пряма і точка в площині. Прямі особливого положення.
- 4 Прямі особливого положення в площині.
- 5 Положення площини щодо площин проєкцій.

1. ПЛОЩИНА. СПОСОБИ ЗАВДАННЯ

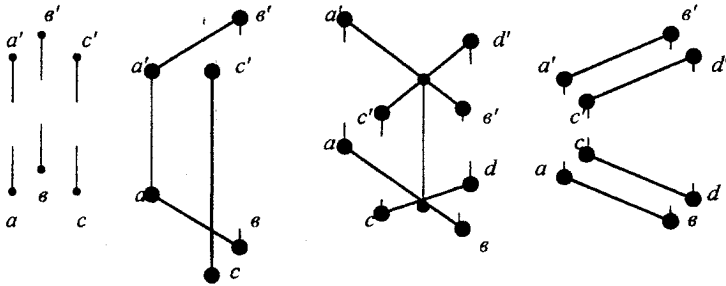
Різні способи задавання площини на кресленні

Рисунок 4.1

Положення площини в просторі визначається (рис. 4.1):

- а) трьома точками, що не лежать на одній прямій;
- б) прямою і точкою, що взята поза прямою;
- в) двома пересіченими прямими і двома паралельними прямими;
- г) будь-якою плоскою фігурою;
- д) слідами площини.

Відповідно до цього на кресленні площина може бути задана:

- а) проєкціями трьох точок, що не лежать на одній прямій;
- б) проєкціями прямої і точки, взятої поза прямою;
- в) проєкціями двох пересічених прямих, проєкціями двох паралельних прямих;
- г) проєкціями будь-якої плоскої фігури;
- д) проєкціями слідів.

2. СЛІДИ ПЛОЩИНИ

Прямі, які утворюються при перетинанні площин проєкцій деякою площиною, називаються *слідами площини*.

На рис. 4.2 зображена площина P , що перетинає площини проєкцій за прямими P_H і P_V . Пряма P_H називається горизонтальним слідом площини, пряма P_V – фронтальним слідом площини P . Точка P_X – точка перетину слідів площини. P_X лежить на осі проєкцій OX .

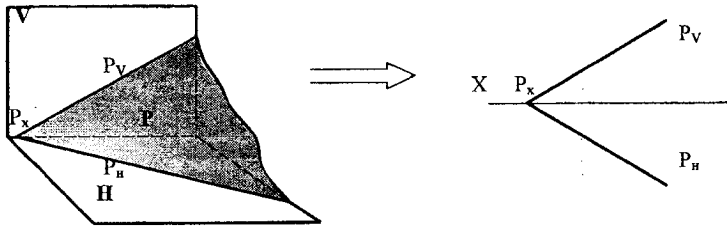


Рисунок 4.2

Якщо розглядати деяку площину в системі V, H, W (рис. 4.3), то в загальному випадку площина перетне кожен з площин проєкцій. Така площина називається *площиною загального положення* – площина не паралельна, не перпендикулярна ні до однієї з площин проєкцій. Слід P_W називається *профільним слідом площини*.

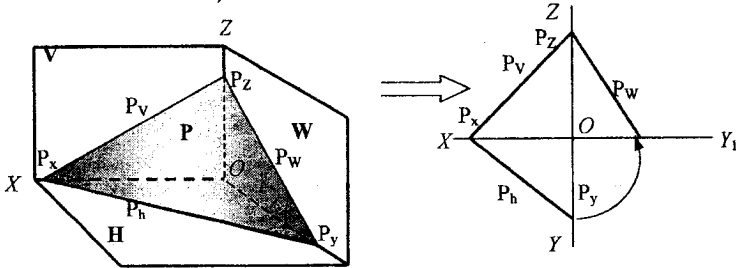


Рисунок 4.3

3. ПРЯМА І ТОЧКА В ПЛОЩИНІ. ПРЯМІ ОСОБЛИВОГО ПОЛОЖЕННЯ

Розглянемо як побудувати на кресленні пряму лінію, що лежить у заданій площині. Ця побудова заснована на двох положеннях, відомих із геометрії:

1. Пряма належить площині, якщо вона проходить через дві точки, що належать цій площині.

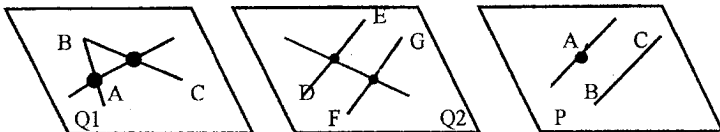


Рисунок 4.4

2. Пряма належить площині, якщо вона проходить через точку, що належить даній площині, і паралельна даній прямій, що знаходиться в цій площині або рівнобіжній їй.

Нехай площина $Q1$ (рис. 4.4) визначена двома прямими AB і CB , що пересікаються, а площина $Q2$ - двома паралельними DE і FG . Відповідно до першого положення пряма, що перетинає прямі, які належать площині, знаходиться в даній площині.

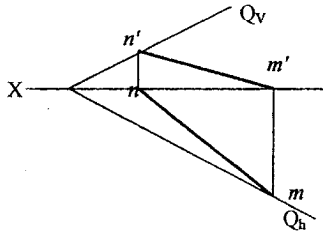


Рисунок 4.5

Звідси випливає: якщо площина задана слідами, то пряма належить площині, якщо сліди прямої знаходяться на однойменних із ними слідах площини (рис. 4.5).

Припустимо, що площина P визначається точкою A і прямою BC (рис. 4.4). Відповідно до другого положення пряма, проведена через точку A паралельно прямої BC , належить площині P .

Звідси випливає: пряма належить площині, якщо вона паралельна одному зі слідів цієї площини і має з іншим слідом загальну точку (рис. 4.6).

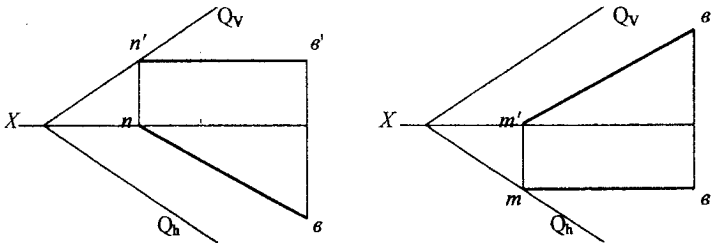


Рисунок 4.6

4. ПРЯМІ ОСОБЛИВОГО ПОЛОЖЕННЯ В ПЛОЩИНІ

До числа прямих, що займають особливе положення, відносимо: *горизонталі* і *фронталі*.

Горизонталіми площини називаються прямі, що лежать у цій площині і паралельні горизонтальній площині проекцій.

Побудуємо горизонталь площини, заданої $\triangle ABC$ (рис. 4.7). Проведемо горизонталь через точку A .

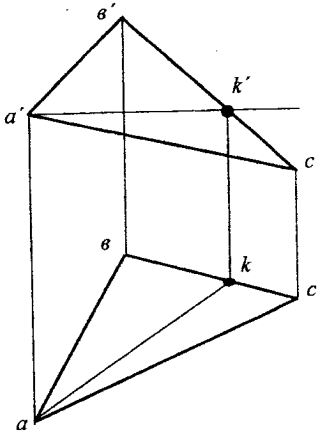


Рисунок 4.7.

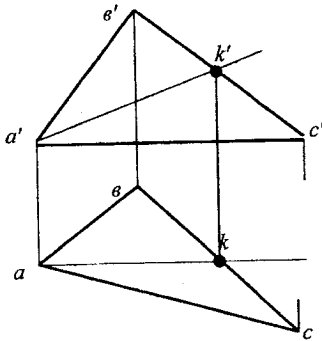


Рисунок 4.8.

Тому що, горизонталь площини є пряма, паралельна площині H , то її фронтальна проекція паралельна осі проекцій OX . Проведемо $a'k'$ паралельно OX . Будемо горизонтальну проекцію горизонталі. Побудована пряма AK дійсно є горизонталлю даної площини, тому що проходить через дві точки, що їй належать, і паралельна площині H .

Фронталі площини називаються прямі, що лежать у ній і паралельні фронтальній площині проекцій V . Приклад побудови фронталі в площині наведений на рис. 4.8.

Побудова виконана аналогічно побудові горизонталі: нехай фронталь проходить через точку A (рис. 4.8). Починаємо побудову з проведення горизонтальної проекції фронталі – прямої $ak \parallel OX$. Потім визначимо фронтальну проекцію точки k . З'єднавши a' і k' одержимо $a'k'$ – фронтальну проекцію фронталі ($H.V.$ відрізка). Побудована пряма дійсно є фронталлю даної площини: ця пряма лежить у площині, тому що проходить через дві точки, свідомо їй належні, і паралельна площині V .

5. ПОЛОЖЕННЯ ПЛОЩИНИ ЩОДО ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Можливі наступні положення площини щодо площин проекцій V, H, W :

- 1) площина не перпендикулярна ні до однієї з площин проекцій;
- 2) площина перпендикулярна лише до однієї з них;
- 3) площина перпендикулярна до двох площин проекцій.

Площини другого і третього положень носять загальну назву *проекціювальні площини*.

Площина не перпендикулярна ні до однієї з площин проекцій *називається площиною загального положення* (рис. 4.9).

Сліди площини загального положення ніколи не перпендикулярні до осей проекцій.

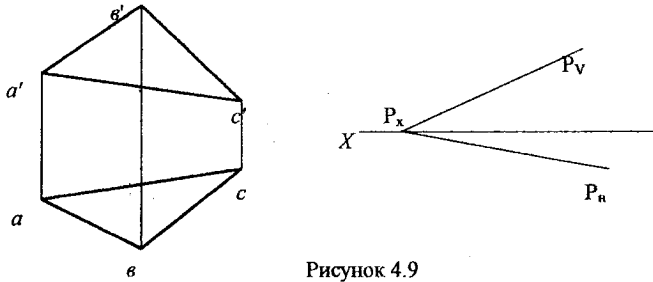


Рисунок 4.9

Якщо площина перпендикулярна лише до однієї з площин проєкцій, то можливі три випадки приватних положень:

а) Площина перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій.

Такі площини називаються *горизонтально-проєціювальними*.

Приклад. Площина задана проєкціями ΔABC . Горизонтальна проєкція є відрізок прямої лінії. Кут β дорівнює куту між заданою площиною і площиною V (рис. 4.10).

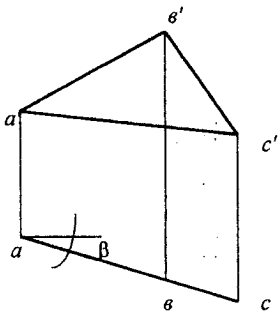


Рисунок 4.10

На рис. 4.11 наведений приклад зображення горизонтально-проєціювальної площини слідами: зліва – наочне зображення; у середині – креслення в системі V, H із вказівкою осі OX і слідів S_V і S_H ; справа – без вказівки осі OX і сліду S_V .

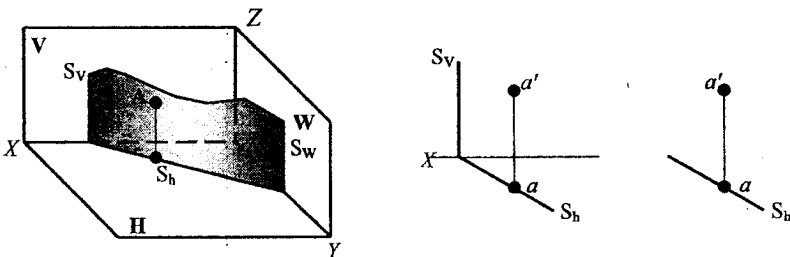


Рисунок 4.11.

Фронтальний слід перпендикулярний до площини H і осі OX . Горизонтальний слід може складати з віссю проєкцій будь-який кут. Кут між S_V і S_H дорівнює 90° і між S_H і S_W також дорівнює 90° .

Якщо в горизонтально-проєціювальній площині розташована точка, то її горизонтальна проєкція повинна лежати на горизонтальному сліді площини S_H .

Слід S_H можна розглядати як горизонтальну проєкцію площини.

б) Площина, перпендикулярна фронтальній площині проєкцій, називається *фронтально-проєціювальною*.

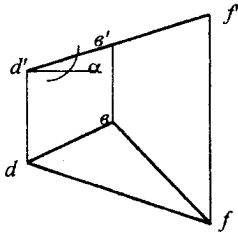


Рисунок 4.12

На рис. 4.12 площина задана проєкціями $\triangle DEF$. Фронтальна проєкція являє собою відрізок прямої лінії. Кут α дорівнює куту між $\triangle DEF$ і площиною H .

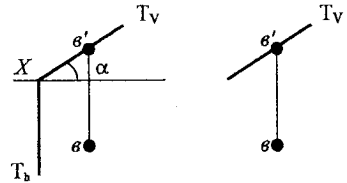
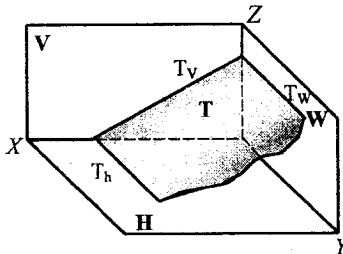


Рисунок 4.13.

На рис. 4.13 зображена фронтально-проєціювальна площина T : зліва – наочне зображення, у середині – креслення в системі V, H із вказівкою осі проєкцій, справа – без вказівки осі проєкцій. Горизонтальний слід T_H перпендикулярний до площини V і до осі проєкцій. Фронтальний слід може складати з віссю проєкцій будь-який кут α . Якщо у фронтально-проєціювальній площині розташована точка, то її фронтальна проєкція повинна бути на фронтальному сліді площини.

в) Площина, перпендикулярна до профільної площини проєкцій називається *профільно-проєціювальною площиною*.

Трикутник ABC - профільно-проєціювальна площина (рис. 4.14).

Ознаки. Горизонталь AD цієї площини розташована перпендикулярно до площини W : проєкції $a'd'$ $\parallel ad$. Це служить ознакою того, що перед нами проєціювальна площина, а не площина загального положення. Профільна проєкція $\triangle ABC$ є відрізок прямої лінії. Кут α – кут нахилу площини $\triangle ABC$ до горизонтальної площини проєкцій H .

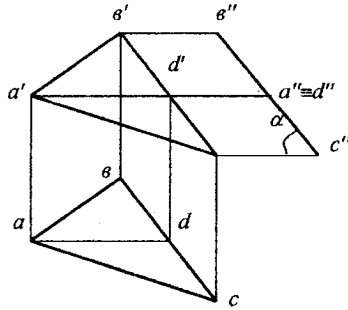


Рисунок 4.14

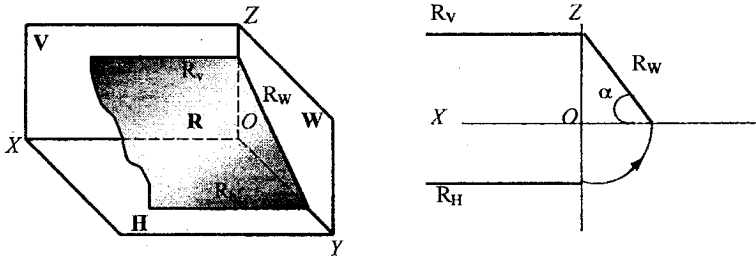


Рисунок 4.15

На рис. 4.15 наведений приклад зображення профільно-проєкціоувальної площини слідами: горизонтальні і фронтальні сліди цієї площини паралельні осі X і паралельні між собою.

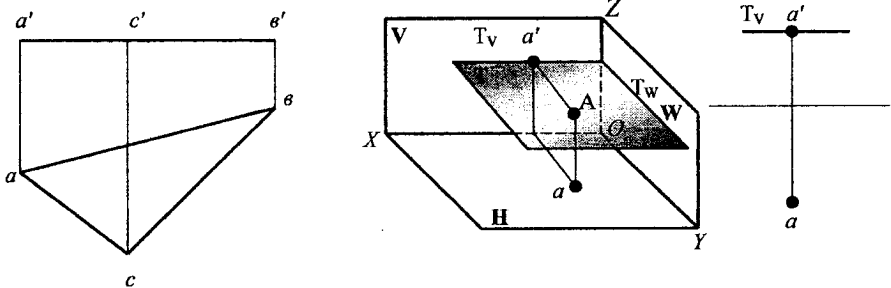


Рисунок 4.16

Якщо площина перпендикулярна до двох площин проєкцій, то також можливі три випадки приватних положень:

а) Площина, перпендикулярна площинам V і W, тобто, паралельна площині H, називається *горизонтальною* (рис. 4.16).

б) Площина, перпендикулярна до площин H і W , тобто, паралельна площині V , називається *фронтальною* (рис. 4.17).

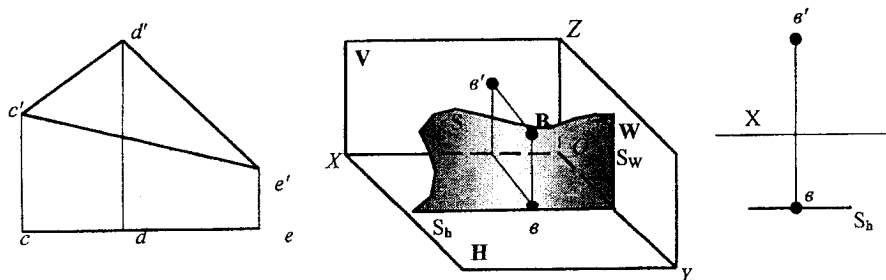


Рисунок 4.17

в) Площина, перпендикулярна площинам H і V , тобто Паралельна площині W називається *профільною* (рис. 4.18).

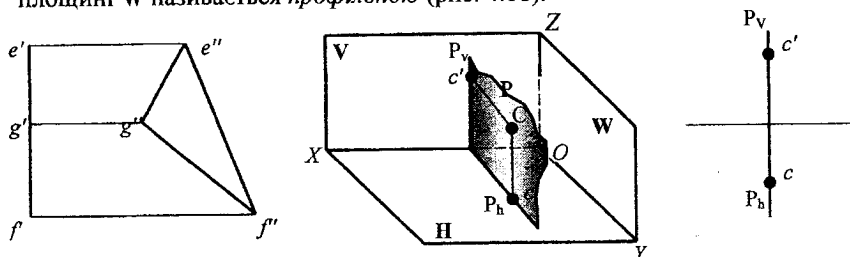


Рисунок 4.18

ЛЕКЦІЯ 5

ПЛАН

1. Взаємне положення двох площин, прямої лінії і площини.
2. Перетин прямої лінії з площиною, яка перпендикулярна до однієї з площин проєкції.
3. Побудова лінії перетину двох площин.
4. Обертання точки, відрізка прямої, площини навколо осі, перпендикулярної до площини проєкції.
5. Визначення натуральних величин (Н.В.) геометричних елементів методом обертання.

1. ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ДВОХ ПЛОЩИН, ПРЯМОЇ ЛІНІЇ І ПЛОЩИНИ

Огляд взаємних положень двох площин, прямої лінії і площини

Розглянемо випадок взаємної паралельності площин. Якщо площини P і Q паралельні (рис. 5.1), то завжди в кожній із них можна так побудувати по дві прями лінії, що пересікаються, щоб прями однієї площини були відповідно паралельні двом прямим іншої площини.

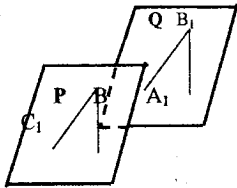


Рисунок 5.1

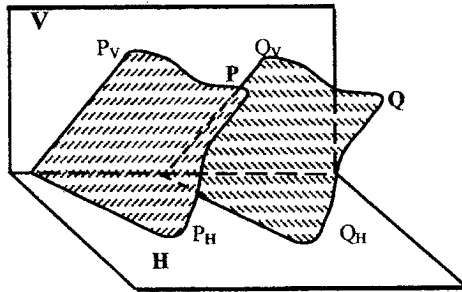


Рисунок 5.2

Це служить основною ознакою визначення паралельності двох площин.

Такими прямими можуть бути також сліди обох площин: якщо два сліди, що пересікаються, однієї площини паралельні однойменним із ними слідам іншої площини, то обидві площини паралельні між собою: $P_H \parallel Q_H$, $P_V \parallel Q_V$ (рис. 5.2).

Розглянемо випадок взаємного перетину площин. У випадку завдання площин слідами легко установити, що ці площини перетинаються: якщо одна пара однойменних слідів перетинається, то площини перетинаються.

Так, наприклад, на рис. 5.3 сліди $P_V \parallel Q_V$, але сліди P_H і Q_H перетинаються, то площини P і Q також перетинаються між собою.

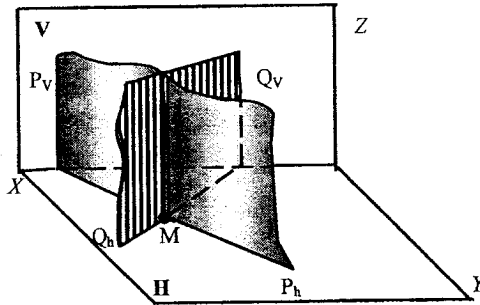


Рисунок 5.3

Розглянемо випадок взаємного положення прямої лінії і площини.

Взаємне положення прямої лінії і площини в просторі може бути наступним:

- а) пряма лежить у площині;
- б) пряма перетинає площину;
- в) пряма паралельна площині.

Якщо на кресленні безпосередньо не можна установити взаємного положення прямої і площини, то удаються до деяких допоміжних побудов. Для цього проводять через дану пряму AB (рис. 5.4) деяку допоміжну площину S . Ця площина перетинає задану площину P по прямої MN ; розглядають взаємне положення прямої MN і прямої AB .

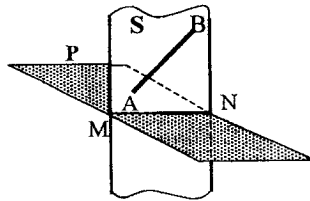


Рисунок 5.4

При цьому можливі три випадки:

- 1) пряма MN зливається з прямою AB ; це відповідає тому, що пряма AB належить площині;
- 2) пряма MN перетинає пряму AB ; це відповідає тому, що пряма AB перетинає площину;
- 3) пряма MN паралельна прямій AB ; це відповідає тому, що пряма AB паралельна площині P .

Отже зазначений прийом визначення взаємного положення прямої і площини полягає в наступному:

- 1) через дану пряму проводять допоміжну площину і будують лінію перетину цієї площини і даної площини;

- 2) установлюють взаємне положення даної прямої і прямої, що є прямою перетину площин;
- 3) знайдене положення визначає взаємне положення прямої і площини.

2. ПЕРЕТИН ПРЯМОЇ ЛІНІЇ З ПЛОЩИНОЮ, ЯКА ПЕРПЕНДИКУЛЯРНА ДО ОДНІЄЇ З ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Площина, перпендикулярна до площини проєкцій, проєціюється на останню у виді прямої лінії. На цій прямій (проєкції площини) повинна знаходитися відповідна проєкція точки, в якій деяка пряма перетинає дану площину (точку перетину прямої з площиною називають також *точкою зустрічі* прямої із площиною).

На рис. 5.5 фронтальна проєкція точки K перетину прямої AB із площиною заданою $\triangle CDE$ визначається за допомогою точки перетину проєкцій $a'e'$ і $c'e'$, тому що $\triangle CDE$ проєціюється на площину V у виді прямої лінії. Знайдена точка k' , тоді визначаємо горизонтальну проєкцію точки k . Тому що пряма AB у напрямку від K до B знаходиться під трикутником, то на кресленні частина горизонтальної проєкції прямої накреслена штриховою лінією.

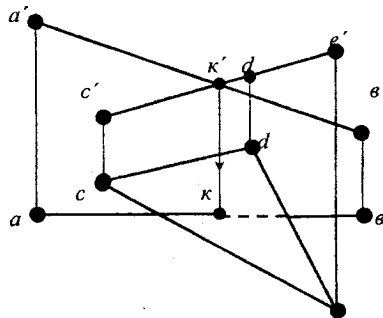


Рисунок 5.5

3. ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПЛОЩИН

У загальному випадку для побудови лінії перетину двох площин треба знайти такі дві точки, кожна з якої належить обом площинам; ці точки і визначають лінію перетину площин.

Для визначення кожної із таких двох точок звичайно доводиться виконувати спеціальні побудови.

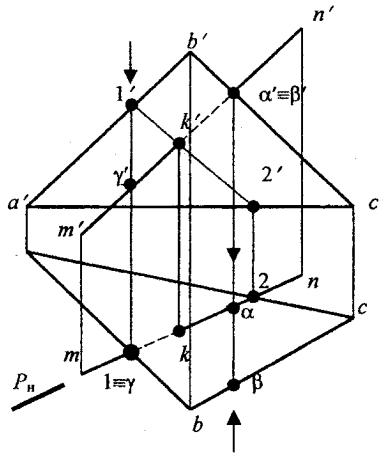


Рисунок 5.6

Для побудови точки перетину прямої MN із площиною загального положення ΔABC , треба виконати наступні дії (рис. 5.6):

- 1) через дану пряму MN провести допоміжну площину приватного положення P (проєціювальну);
- 2) побудувати пряму $1, 2$ перетину площини загального положення (задана ΔABC) і допоміжної площини P ;
- 3) визначити положення точки перетину K двох прямих – даної MN і побудованої $1, 2$;
- 4) визначити видимість геометричних елементів методом конкуруючих точок.

На рис. 5.6 показана побудова точки перетину прямої MN із площиною загального положення, заданої ΔABC . Через пряму MN проведена допоміжна горизонтально-проєціювальна площина P (P_H – її горизонтальний слід). Знайдено лінію перетину площини P із заданим ΔABC ; у першу чергу будеться горизонтальна проєкція прямої $1, 2$.

Варто звернути увагу, що горизонтальна проєкція лінії перетину лежить на горизонтальному сліді P_H допоміжної площини P . Це пов'язане з тим, що горизонтальний слід горизонтально-проєціювальної площини, має збірну властивість, тобто, усі точки, що лежать у площині проєціюються на горизонтальний слід площини у виді лінії. За точками 1 і 2 знайдені фронтальні проєкції $1'$ й $2'$ і тим самим визначена пряма $1, 2$, яка є лінією перетину допоміжної площини P і заданої площини ΔABC . Потім знайдена точка k' , в якій фронтальна проєкція лінії перетину двох площин перетинає задану пряму MN . Залишається добудувати горизонтальну проєкцію – точку k . Таким чином точка зустрічі прямої і площини – це $K(k, k')$. Видимість визначається методом конкуруючих точок. Для цього розглядаються дві пари перекресних прямих AB і MN , BC і MN .

У точці 1 на площині H співпадають горизонтальні проекції двох точок (1 і γ), із яких одна належить прямій MN ($\gamma \in MN$), а інша - стороні трикутника AB ($1 \in AB$). З розташування фронтальних проекцій $1'$ і γ' випливає, що на ділянці MK пряма знаходиться під трикутником, і, отже, на горизонтальній проекції відрізок mk невидимий, а kn - видимий.

На фронтальній проекції в точці α' співпадають фронтальна проекція точки β' . Одна належить прямій MN , а інша - стороні BC трикутника ABC . За розташуванням горизонтальних проекцій α і β зробимо висновок, що пряма MN на ділянці KN знаходиться за трикутником, і отже, на фронтальній проекції відрізок $n k'$ невидимий, а відрізок $k m'$ видимий.

4. ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПЛОЩИН ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ

На рис. 5.7 дана побудова лінії перетину двох трикутників ABC і DEF із указівкою видимих і невидимих ділянок цих трикутників.

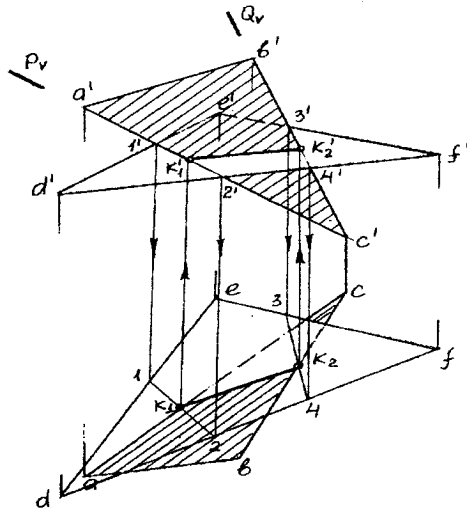


Рисунок 5.7.

Суть задачі зводиться до знаходження точок перетину двох прямих, що належать одній з площин, з іншою площиною.

До цього треба вміти будувати точку перетину прямої лінії з площиною загального положення, що викладено вище.

Отже: пряма $k_1 k_2$ побудована за допомогою точок перетину сторін AC і BC $\triangle ABC$ с площиною $\triangle DEF$. Допоміжна фронтально-проекувальна площина P , проведена через AC , перетинає $\triangle DEF$ по прямій з проекціями $1' - 2'$ і $1 - 2$; при перетині проекцій ac і $1 - 2$ отримана горизонтальна проекція точки k_1 - це точка перетину прямої AC і площини $\triangle DEF$, потім побудована фронтальна проекція k_1' . Так само знайдена і проекція точки $K_2(k_2 k_2')$.

Видимість визначена на підставі таких самих міркувань, які мали місце у прикладі, розглянутому на рис. 5.6.

5. ОБЕРТАННЯ ТОЧКИ, ВІДРІЗКА ПРЯМОЇ, ПЛОЩИНИ НАВКОЛО ОСІ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЇ ДО ПЛОЩИНИ ПРОЕКЦІЙ

Обертання точки навколо заданої осі

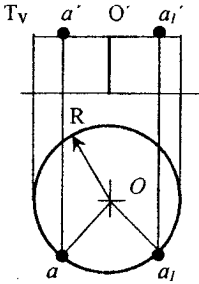


Рисунок 5.8

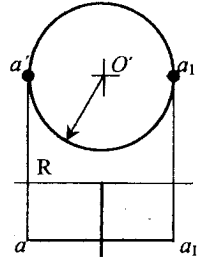


Рисунок 5.9

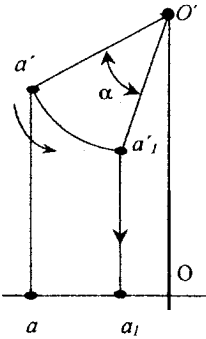


Рисунок 5.10

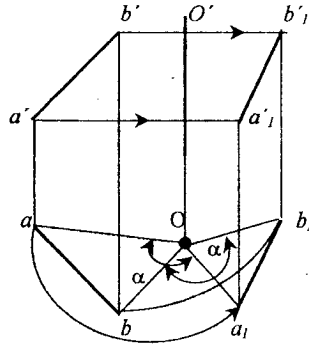


Рисунок 5.11

Нехай точка A обертається навколо осі O , перпендикулярної до площини H (рис. 5.8). Через точку A проведена площина T , перпендикулярна до осі обертання і паралельна до площини H . При обертанні точка A описує в площині T коло радіуса R ; розмір радіуса береться такої ж довжини, як перпендикуляр, проведений з точки A на вісь. Коло, описане в просторі точкою A , проектується на площину H без зміни. Тому що площина T перпендикулярна до площини V , то проєкції точок кола на площину V розташуються на T_V , тобто на прямій, перпендикулярній фронтальній проєкції осі обертання.

На рис. 5.9. зображене обертання точки A навколо осі, перпендикулярній до площини V . Коло, описане точкою A , спроектована на площину V . З точки O' , як із центру проведене коло радіусом $R = O'a'$; на горизонтальній площині це коло зображене відрізком прямої aa' , який дорівнює $2R$.

Висновок. При обертанні точки навколо осі, перпендикулярної до будь-якої з площин проекцій, одна з проекцій точки переміщується вздовж прямої, перпендикулярної до осі обертання.

Обертання прямої. Відрізок АВ (рис. 5.11) необхідно повернути у положення A_1V_1 . Тобто, необхідно повернути точки А і В на заданий кут α у заданому напрямку. Напрямки переміщення фронтальних проекцій цих точок зазначені прямими, проведеними через a' і b' перпендикулярно до фронтальної проекції осі обертання.

Нове положення горизонтальної проекції точки А (a_1) отримано при повороті радіуса oa на заданий кут α . Для знаходження точки b_1 проведена дуга радіусом ob на кут α .

Далі з точок a_1 і b_1 проведені лінії зв'язку до перетину з напрямками переміщення фронтальних проекцій; отримані проекції a'_1 і b'_1 . Відрізок АВ зайняв нове положення A_1V_1 .

При цьому $ab = a_1b_1$.

Висновок. Розмір горизонтальної проекції відрізка, поверненого навколо осі на кут α , перпендикулярний до площини H , не змінюється.

Обертання площини.

Приклад. Площину задану трикутником ΔABC (рис. 5.12) повернути в положення $A_1V_1C_1$ відповідно до заданих кута α і напрямку, зазначеного стрілкою (проти годинникової стрілки). Побудова виконується подібно прикладу, наведеному вище на рис. 5.11: різниця лише в тому, що там були повернені дві точки А і В, а тут – три точки А, В, С.

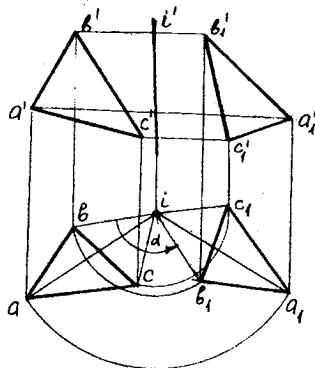


Рисунок 5.12

6. ВИЗНАЧЕННЯ НАТУРАЛЬНОЇ ВЕЛИЧИНИ (Н.В.) ВІДРІЗКА МЕТОДОМ ОБЕРТАННЯ

Приклад. Задані проєкції прямої АВ загального положення (av і $a'v'$). Потрібно, використовуючи метод обертання, визначити натуральний розмір (Н.В.) відрізка АВ (рис. 5.13).

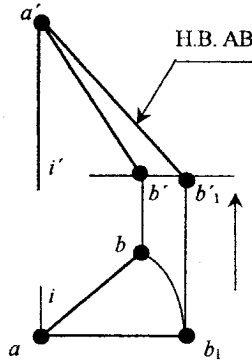


Рисунок 5.13

Для повороту проєкції відрізка АВ вибрана вісь обертання, що перпендикулярна до площини H , і яка проходить через горизонтальну проєкцію точки А. При повороті розмістимо відрізок av паралельно площини V . При цьому горизонтальна проєкція av_1 займе положення паралельне осі OX , а на фронтальній площині проєкції одержимо $a'v'$ – натуральну величину (Н.В.) відрізка АВ.

ЛЕКЦІЯ 6

ПЛАН

1. Поверхні. Завдання і зображення основних геометричних поверхонь.
2. Криві поверхні. Способи їх задавання. Ознаки класифікації.

1. ПОВЕРХНІ. ЗАДАВАННЯ І ЗОБРАЖЕННЯ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Всі тіла обмежуються поверхнями, в окремому випадку площинами, і від їхнього задавання залежать побудови проекцій тіл.

Задавання поверхонь спрощується, якщо увести поняття *визначника поверхні, тобто сукупності умов, необхідних і достатніх для задавання поверхні*.

Визначник поверхні звичайно складається з геометричної й алгоритмічної частин (закону утворення поверхні).

Розглянемо проекції основних геометричних поверхонь, які найбільш часто використовуються при утворенні технічних форм: призми, піраміди, циліндра, конуса і сфери. На рис. 6.1 а, б призматична поверхня і багатогранний кут (пірамідальна поверхня) задані своїми ребрами.

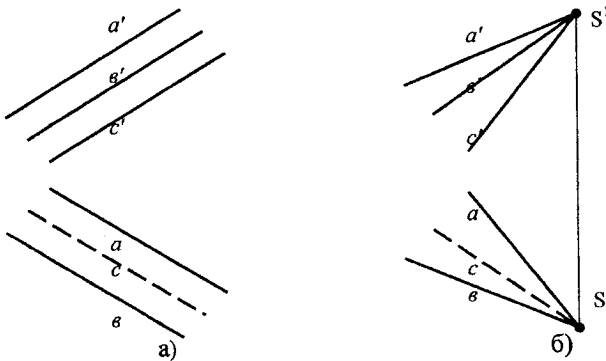


Рисунок 6.1

На відміну від багатограних поверхонь, *при зображенні криволінійних поверхонь необхідно два етапи: задавання поверхні на кресленні і побудова проекцій поверхонь*.

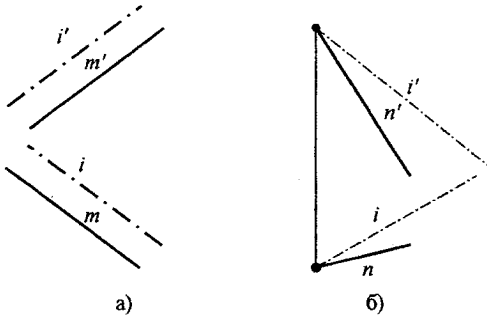


Рисунок 6.2

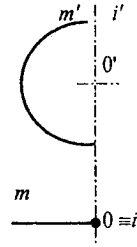


Рисунок 6.3

На першому етапі для завдання поверхні досить знати її визначник. Наприклад, геометрична частина визначника циліндричної поверхні обертання складається з осі i та однієї твірної циліндра m , а алгоритмічна - із указівки про те, що це поверхня обертання (рис. 6.2,а). На рис. 6.2,б показаний також визначник конічної поверхні обертання з віссю i та однією твірною n . Для завдання конічної поверхні обертання також необхідна вказівка про те, що це поверхня обертання.

На рис. 6.3 показаний визначник сфери. Геометрична частина визначника складається з вертикальної осі i та напівмеридіана m у виді половинного кола, а алгоритмічна - із указівки про те, що це поверхня обертання.

Завдання поверхні визначником має ваду, яка полягає в тому, що в цьому випадку зображення поверхні недостатньо наочне.

Наочність істотно поліпшиться, якщо на поверхні показати деякі характерні лінії. До них відносяться лінії контуру поверхні на проєкціях і лінії обрізу (обриву) поверхні.

Таким чином, проєкцією поверхні будемо називати сукупність проєкцій визначника, ліній контуру і ліній обрізу.

На рис. 6.4 показані проєкції основних геометричних тіл: піраміди, призми, конуса, циліндра і сфери. Тут крім визначника кожної поверхні показані також лінії контуру і лінії обрізу.

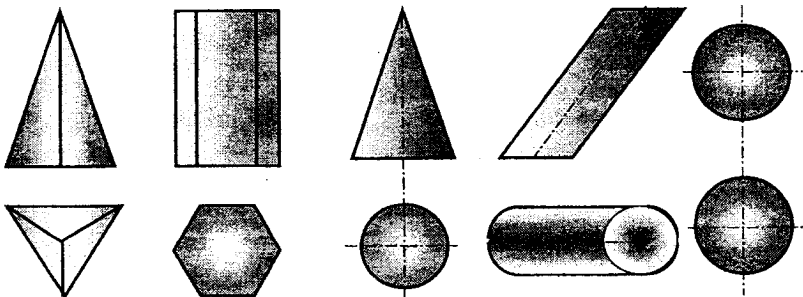


Рисунок 6.4

Піраміди і призми - це прості багатогранники. Багатогранник називають простим, якщо:

а) усі його грані є простими багатокутниками, тобто такими в яких ніяка пара несуміжних сторін не має загальних точок;

б) ніякі дві несуміжні грані не мають загальних точок (за винятком загальної вершини);

в) дві суміжні грані мають лише одне загальне ребро і не мають інших загальних точок.

3. КРИВІ ПОВЕРХНІ. СПОСОБИ ЇХНЬОГО ЗАДАВАННЯ. ВИЗНАЧНИК ПОВЕРХНІ. ОЗНАКИ КЛАСИФІКАЦІЇ КРИВИХ ПОВЕРХОНЬ

Криві поверхні широко застосовуються в різних галузях техніки. Графіка вивчає криві поверхні, способи їхнього утворення, позиційні, метричні і деякі інші властивості.

Поверхня як об'єкт інженерного дослідження може бути задана:

- 1) накресленням будь-якої технічної форми; визначеною множиною точок або ліній;
- 2) рівнянням;
- 3) переміщенням ліній у просторі тощо.

Лінія твірної поверхні рід час руху може зберігати свою форму, змінюючи тільки положення, або змінювати і положення, і форму.

Закон руху *твірної* може бути заданий декількома лініями, які вона перетинає. Ці лінії називають *спрямовуючими*.

Все різноманіття кривих поверхонь можна класифікувати за різними ознаками (наприклад, у залежності від форми і характеру руху твірної, у залежності від розгортання тощо.). Та сама поверхня може бути віднесена до різних груп або підгруп.

Тому на рис. 6.5 наведена одна з можливих загальних класифікаційних схем.

За цією схемою всі криві поверхні поділяються на два класи:

- утворені кінематичним способом – напрямком руху твірної того або іншого виду за напрямівними різного виду і положення;
- задані каркасом, тобто приблизно.

Перший клас у залежності від виду твірної ділиться на два підкласи:

- лінійчаті поверхні, утворені рухом прямої лінії;
- не лінійчаті (криволінійчаті) поверхні, утворені рухом кривої лінії.
- Поверхні задані каркасом, також поділяються на два підкласи:
- задані каркасом із ліній;
- задані каркасом із точок.

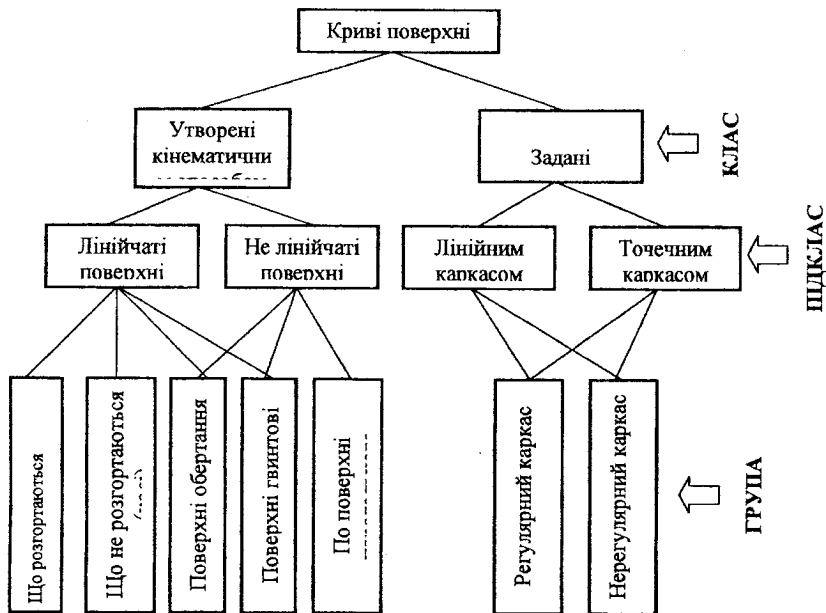


Рисунок 6.5

Наступний класифікаційний рівень, виділений в групу, диференціює лінійчаті поверхні на ті, що *розгортаються*, і ті, що *не розгортаються*, а також виділяє *поверхні обертання* і *поверхні паралельного переносу*.

Стосовно до каркасних поверхонь розрізняють групи поверхонь, які задані регулярним каркасом та нерегулярним (випадковим) каркасом.

Найбільше поширення мають утворені за кінетичним законом поверхні з твірною постійної форми (лінійчаті і не лінійчаті).

Як уже відзначалося, кожену поверхню зручніше задавати за допомогою визначника. Щоб виділити визначник, потрібно проаналізувати спосіб утворення поверхні і виділити основні її властивості. Це дає можливість переходити від одного визначника до іншого, тобто перезадати визначник.

Наприклад, циліндр обертання, заданий віссю обертання й однією твірною, можна задавати також колом поперечного перетину, що переміщується вздовж осі циліндра, тощо.

Визначник дає можливість будувати на поверхні нескінченну множину ліній.

Нескінченною множиною ліній будь-якої поверхні називається множина ліній, які доповнюють поверхню так, що через кожену точку поверхні проходить одна лінія з множини.

Лінійчаті поверхні (що розгортаються). Лінійчатою називають поверхню, яка утворена рухом прямої лінії в просторі за визначеним законом. У

залежності від характеру руху твірної поверхні утворюються різні види лінійчатих поверхонь: циліндричні, конічні, з ребром повороту, з площиною паралелізму, гвинтові тощо.

Всі лінійчаті поверхні діляться на два види в залежності від того, чи можна їх розгорнути на площину без розривів і складок.

Конічні, циліндричні поверхні (і торси) відносяться до тих поверхонь, що розгортаються. У поверхонь, що розгортаються, дві суміжні твірні перетинаються у власній або невластній точці і тому нескінченно малу частину поверхні, обмежену цими двома твірними, можна розгорнути на з площину.

Всі інші лінійчаті поверхні називаються поверхнями, що не розгортаються або косими. У цих поверхонь дві суміжні твірні схрещуються, а мимобіжні прямі не визначають однієї площини.

Розглянемо декілька видів поверхонь, що розгортаються.

Конічна поверхня утворюється прямою лінією (твірною), яка перетинає спрямовуючу криву і вершину поверхні, що проходить через власну точку (рис. 6.6).

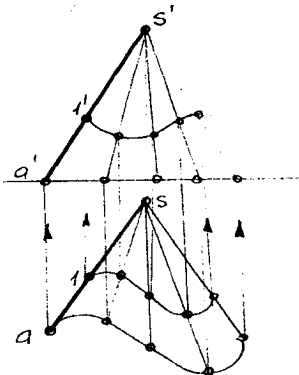


Рисунок 6.6

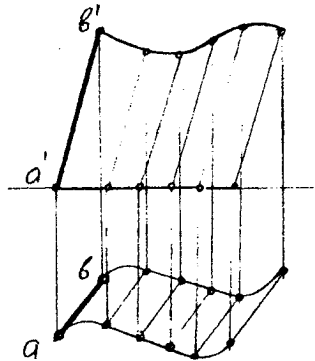


Рисунок 6.7

Циліндрична поверхня утворюється прямою лінією, що перетинає спрямовуючу криву і проходить через невластну точку, яка задається напрямком (рис. 6.7).

Якщо спрямовуючою конічної (циліндричної) поверхні є крива другого порядку, то одержимо конічну (циліндричну) поверхню другого порядку. Точки на конічній і циліндричній поверхнях будують за допомогою твірних, що проходять через них і задають каркас поверхні.

Косі (що не розгортаються) лінійчаті поверхні

Як уже зазначалося, лінійчатую поверхню можна розглядати як утворену рухом прямої лінії за деякою напрямком. Виникає питання про кількість

спрямовуючих, що однозначно визначають поверхню: лінійчату поверхню можна одержати рухом прямої лінії за трьома спрямовуючими лініями, у загальному випадку кривими.

Одна з спрямовуючих може бути невласною. Якщо ця невласна пряма спрямовуюча, то вона замінюється площиною паралелізму.

Прикладом може бути гіперболічний параболоїд, або коса площина. В цьому випадку одна з спрямовуючих прямих розташована в безкінечності. На рис. 6.8 наведена коса площина, задана двома мимобіжними спрямовуючими прямими a і b і вертикальною площиною паралелізму Φ , що замінює третю спрямовуючу пряму, тобто всі твірні поверхні паралельні цій площині, визначник косої поверхні – (a, y, Φ) .

Якщо одну з направляючих замінити кривою, одержимо поверхню косою циліндра (рис. 6.9) – коноїд із трьома спрямовуючими: дві – прямі, одна – крива. Визначник коноїда $\Omega(a, y, \Sigma)$.

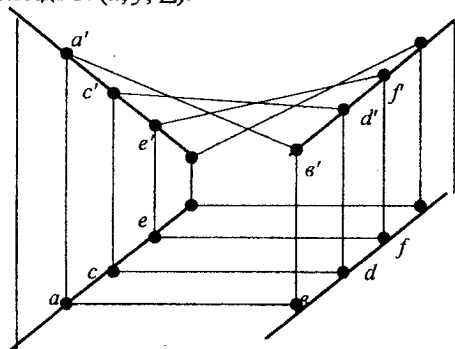


Рисунок 6.8

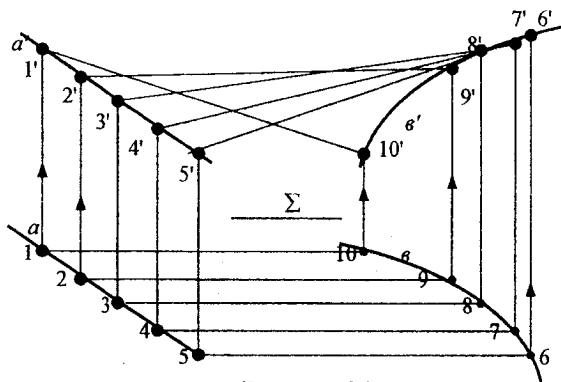


Рисунок 6.9

ЛЕКЦІЯ 7

ПЛАН

1. Поняття про кодування. N-вимірний простір у теорії сигналів та в теорії кодування.
2. Представлення коду в виді геометричної моделі.
3. Представлення кодових множин і мереж зв'язку за допомогою графів.

1. ПОНЯТТЯ ПРО КОДУВАННЯ. N-ВИМІРНИЙ ПРОСТІР У ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ ТА У ТЕОРІЇ КОДУВАННЯ

Розглянуті вище геометричні фігури й їхні властивості лягли в основу рішення моделювання різних задач у системах зв'язку.

За допомогою основних принципів і прийомів геометричного моделювання вирішуються, наприклад, проблема ефективної і надійної передачі повідомлень, що займають основне місце в теорії і техніці зв'язку.

Розглянемо деякі приклади застосування основ геометричного представлення в зв'язку.

N-вимірний простір у геометричному представленні кодів. Відомо, що передача інформації від об'єкта до адресата проводиться за допомогою сигналів. Для того, щоб сигнали були однозначно зрозумілі, їх необхідно складати за правилом, що строго фіксоване протягом усього часу передачі даної групи повідомлень.

Правило (алгоритм), за яким кожному конкретному повідомленню відповідає чітко визначена комбінація різних символів (або відповідних їм сигналів), називається *кодом*, а процес перетворення повідомлення в комбінацію різних символів або відповідних їм сигналів – *кодуванням*.

Послідовність символів, що у процесі кодування привласнюється кожній з множин переданих повідомлень називається *ковим словом*. Теорія, що використовує геометричні аналоги, методи, співвідношення для розв'язання основних задач зв'язку називається *геометричною теорією кодування*.

У геометричній теорії кодування розглядаються всі геометричні фігури, починаючи від точки, і закінчуючи поверхнею і гіперповерхнею. У відповідність кожній геометричній фігурі поставлена модель визначеного кодового слова (модель якісної ознаки).

Моделлю будь-якої одиничної, якісної ознаки є *точка простору*.

Моделлю будь-якого однозначного набору якісних ознак є *пряма*.

Варто зауважити, що передачі підлягають тільки події, сума імовірностей станів яких дорівнює 1.

Розглянемо приклад. Найпростіше повідомлення може бути в двох станах: так – чи ні, день – ніч, любить – не любить, залік – незалік. Ці два стани визначають *повну групу подій* – це така група, де сума імовірності появи окремих подій дорівнює 1:

$$P(0) + P(1) = 1.$$

Звичайно один зі станів цих двійкових систем позначають через 0 або 1.

Імовірність – це відносна частота появи події. Існують рівноімовірні та не рівноімовірні події. До рівноімовірних подій відноситься імовірність появи «орла» і «решки» при киданні монети велику кількість разів, наприклад, 100 разів (орел – 50 разів і решка – 50 разів). Тут повна імовірність дорівнює 1.

Прикладом не рівноімовірної події може бути «залік – не залік». Тут результат залежить від ряду причин: знання студента, вимогливість викладача тощо, тобто, складає різні процентні співвідношення: 10% – 90%, 30% – 70% тощо.

Однак у групі не рівноімовірних подій існує два стани, імовірність появи яких у сумі дорівнює «1».

Отже дві можливі випадкові події можна зобразити у виді вектора, тобто прямої (рис. 7.1).

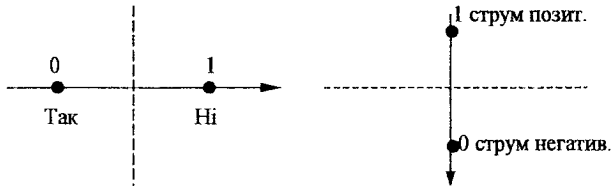


Рисунок 7.1

Це графічне представлення найбільш простої події. Від простих подій перейдемо до більш складніших.

Розглянемо приклад, що складається з чотирьох подій – чотирибальна оцінка системи знань у школах і вузах (рис. 7.2):

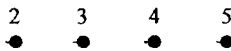


Рисунок 7.2

Варто установити, якій геометричній фігурі можна поставити у відповідність ці події. Для цього розіб'ємо події на дві групи (рис.7.3).

| | | | |
|----|----|----|----|
| 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 00 | 01 | 10 | 11 |
| xy | xy | xy | xy |

Тепер у кожній групі маємо дві події: у лівій групі – друга і третя події, у правій – четверта і п'ята. Надамо подіям правої групи значення «1», а лівої - «0».

Рисунок 7.3.

Знову розіб'ємо кожну групу на дві частини, причому в кожну праву частину

додамо по «1», а в кожну ліву частину по «0».

Одержимо чотири кодових слова, що представили повну групу подій у системі координат x, у і є вершинами квадрата (рис. 7.4).

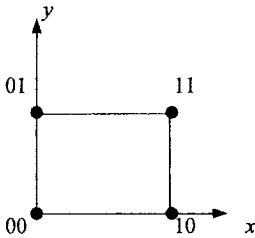


Рисунок 7.4

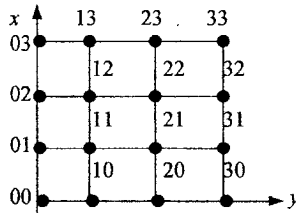


Рисунок 7.5

Висновок. Модель будь-якого двозначного набору якісних ознак є фігура двомірного простору, що являє собою квадрат (рис. 7.4) або складається з квадратів (рис. 7.5).

Розглянемо ще більш складну групу подій, яка складається з 8 подій.

| | x | y | z |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 0 | 0 |

1-й поділ: (1-4) | (5-8)
 2-й поділ: (1-2) | (3-4) | (5-6) | (7-8)
 3-й поділ: (1-3) | (4-6) | (7-8)

Рисунок 7.6

Якщо ці події рівноімовірні, то імовірність кожної події дорівнює 1/8.

Поділимо події на дві групи (рис. 7.6):

Перша група – 1 ... 4 повідомлення;

Друга група – 5 ... 8 повідомлення.

Надамо кожній події першої групи – «1», а кожній події другої групи – «0». Потім проведемо другий розподіл: розділимо кожну групу, що утворилися, на дві частини, причому першій (або верхній) частині надамо «1», а другій (тобто нижній) – «0». Аналогічно проведемо третій розподіл.

У результаті одержимо вісім різних комбінацій (або кодових слів), кожна з них відповідає конкретній події, яка являє собою набір трьох елементів x , y , z , кожний з яких може бути поданий у виді вершини куба (рис. 7.7).

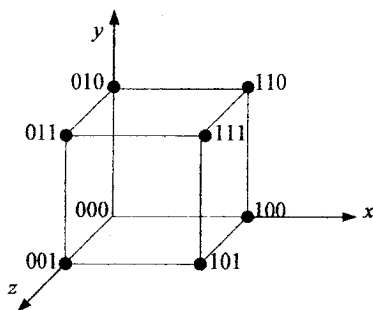


Рисунок 7.7

Висновок. *Моделлю будь-якого тризначного набору якісних ознак є куб або фігура тривимірного простору, що являє собою куб (рис. 7.7).*

У цьому кубі вершинами є кодові слова. У кубі їх вісім. Якщо взяти будь-яку вершину (кодове слово), то видно, що для кожного найближчого кодового слова (їх три в даному випадку) необхідно пройти одне ребро. З рис. 7.5 видно, що кожне найближче кодове слово відрізняється від даного однією двійковою цифрою.

Код, в якого кожне найближче кодове слово відрізняється від сусіднього однією двійковою цифрою називається не надлишковим або простим. У простому коді використовуються всі можливі кодові слова, у даному випадку їх вісім. Заміна однієї двійкової цифри в кодовому слові на іншу переводить одне слово в інше.

Якщо з восьми кодових слів вибрати тільки будь-які два, віддалених на трьох ребрах (000; 111), то відмінність одного від іншого буде в трьох цифрах.

Число елементів, якими відрізняються два найближчі кодових слова, називаються *ковою відстанню*. У геометричному представленні кодова відстань дорівнює числу ребер, за якими потрібно пройти від одного кодового слова до іншого.

Модель чотирицифрового набору якісних ознак являє собою фігуру чотиривимірного простору і може бути побудована шляхом переміщення тривимірного куба, або кожної із його вершин у новому напрямку.

Існує наступне твердження: *будь-який рівномірний дискретний код може бути поданий фігурою n -вимірного простору, що складається з $N = tn$ точок, і які відстоять один від одного на відстані, не меншій $d_{\min} = 1$ умовній одиниці лінійного виміру, де t – основа коду; n – довжина кодового слова (значність коду).*

n -вимірний простір, що задовольняє вищесказаному твердженню, називається *ковим простором*.

Подання кодів у виді геометричної моделі роблять для наочності зображення і полегшення аналізу їхніх властивостей.

2. ПРЕДСТАВЛЕННЯ КОДОВИХ МНОЖИН І МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІВ

Вище були розглянуті просторові методи представлення кодових множин. Кодова множина може бути подана й у виді графа, де окремі кодові слова знаходяться не в просторі, а на площині.

Розглянемо графічний спосіб опису кодів, зв'язаний з використанням кодового «дерева».

Нехай потрібно закодувати 32 символи (літери російського алфавіту).

Припустимо, що всі символи рівноімовірні. Треба вибрати потрібну літеру на основі відомої нам двійкової системи подій.

Нехай на початковому рівні знаходиться один вузол - корінь - кодова множина, що складається з 32 літер (рис. 7.8).

Розіб'ємо кодову множину з 32 літер на дві частини (по 16 літер у кожній) – праву і ліву. Праву частину позначимо «1», а ліву – «0».

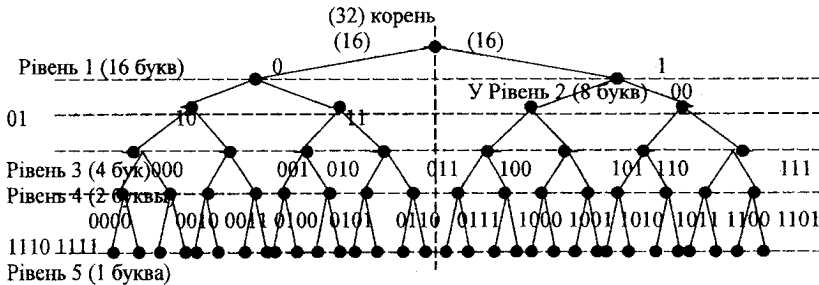


Рисунок 7.8

Так утворився перший рівень. Робимо другий розподіл – кожену групу першого рівня, що складається з 16 літер, поділимо на дві підгрупи. Правим частинам надаємо «1», лівим – «0». Утворився другий рівень, в якому знаходяться 4 підгрупи, у кожній із них уже по 8 літер.

Робимо наступний третій розподіл. Тут утворилося 8 підгруп по 4 літери в кожному. Це третій рівень.

У результаті четвертого розподілу одержимо 16 підгруп по 2 літери в кожному «1», – це четвертий рівень. І, нарешті, у результаті п'ятого розподілу одержимо 32 підгрупи, де в кожній буде по 1 літері.

Таким чином, побудований п'ятивимірний простір на площині.

Утворилося «дерево» – це є граф, що складається з вузлів (вершин графа) і гілок (ребер графа), які з'єднують вузли. Вузли розташовуються на окремих рівнях.

Якщо ребра орієнтовані, що підтверджується стрілкою, то граф називається *орієнтованим графом* або *орграфом*. Ребра орграфу звичайно називають дугами. Орграф показаний на рис. 7.9.

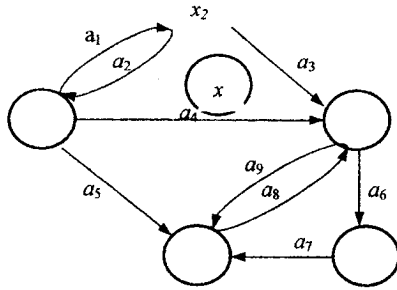


Рисунок 7.9

Якщо ребра не мають орієнтації, то граф називається *неорієнтованим* (рис. 7.7).

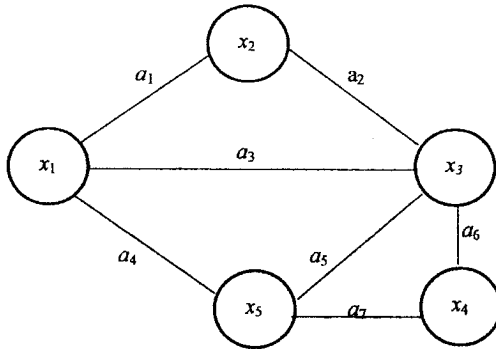


Рисунок 7.10

Граф, що має як орієнтовані, так і неорієнтовані ребра, називається *змішаним графом* (рис. 7.11).

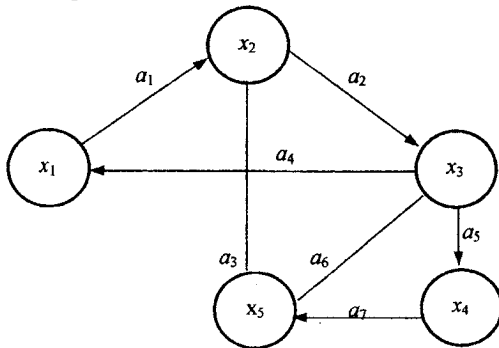


Рисунок 7.11

Якщо граф має між двома вершинами декілька ребер, то такий граф називається *мультиграфом* (рис. 7.12).

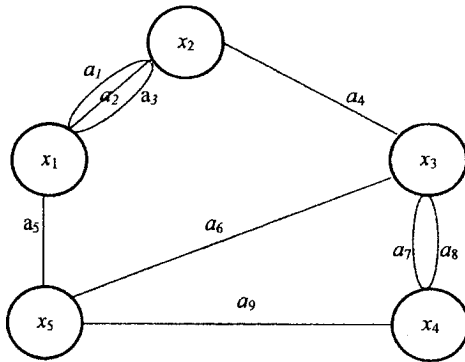


Рисунок 7.12

Звичайно вершини графа позначають номерами (або позначеннями x_i, x_j), щоб відрізнити їх і мати можливість оперувати ними в процесі аналізу.

Ребра графа позначаються $a = (x_i, x_j)$, де x_i, x_j – початкова і кінцева вершини, зв'язані даним ребром. Крім цього, позначення використовується також $a(x_i, x_j)$ або $a(i, j)$, або a_{ij} . Іноді ребро (дугу) позначають (i, j) .

У використаних позначеннях (i, j) – номери вершин. Крім того, ребра можна позначати a_i , де i – номер ребра.

Будемо μ_{ij} графа називати послідовність ребер, що починається у вершини i та закінчується у вершини j .

На рис. 7.13 послідовність дуг $a_6, a_5, a_9, a_8, a_4, a_1, a_6, a_5, a_9$ є шлях. Цю послідовність можна записати у формі:

$a(x_2, x_5), a(x_5, x_4), a(x_4, x_3), a(x_3, x_5), a(x_5, x_6), a(x_1, x_2), a(x_2, x_5), a(x_5, x_4), a(x_4, x_3)$.

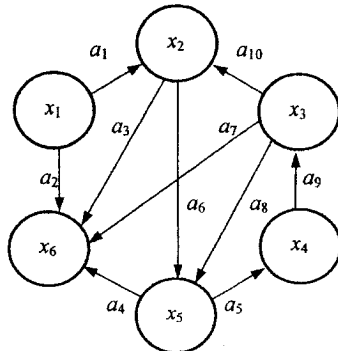


Рисунок 7.13

Більш простий запис цього шляху виглядає так:

$$a_{25}, a_{54}, a_{43}, a_{35}, a_{56}, a_{12}, a_{25}, a_{54}, a_{43}.$$

Цикл – це шлях, початкова і кінцева вершини якого збігаються. Нагадуємо, що граф – це є множина вершин і ребер, що позначається $G = (X, A)$.

Будь-яка підмножина G називається *підграфом* і позначається $\bar{G} = (\bar{X}, \bar{A})$.

"Дерево" графа визначається як множина \bar{G} , що не має циклів (рис. 7.14).

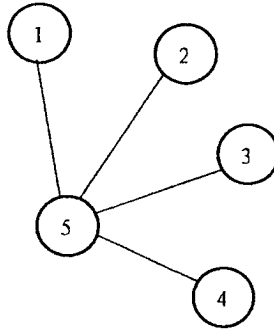


Рисунок 7.14

Отже, для будь-яких двох вершин графа в "дереві" існує єдиний шлях, що їх з'єднує.

Математична модель мережі зв'язку

Структура мережі зв'язку, її топологія – це є сукупність пунктів (вузлів, станцій) і ліній (каналів), що їх з'єднують.

Для математичного опису структури мережі зв'язку зручно використовувати математичну модель мережі, яка описує її за допомогою теорії графів. Для опису математичної моделі зв'язку використовують граф $G = (X, A)$, де $X = \{x_i\}$ – сукупність вершин графа, що ставляться у відповідність пунктам мережі, а $A = \{a_{ij}\}$ – сукупність ребер графа, що ставляться у відповідність лініям зв'язку мережі (каналам). Тому що канали мереж можуть бути як односторонніми, так і двосторонніми, ребра графа можуть бути орієнтованими і неорієнтованими.

Таким чином, для складання математичної моделі мережі зв'язку можна використовувати орієнтовані, неорієнтовані, змішані графи, а також мультиграфи.

Математичні моделі мереж зв'язку широко використовуються на практиці при проектуванні систем електрозв'язку, систем космічного і радіозв'язку, телетрансляційних мереж, обчислювальних комплексів тощо.

ЛЕКЦІЯ 8

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ AutoCAD

ПЛАН

Вступ

1. Можливості AUTOCAD. Основні положення та принципи роботи в AutoCAD.
 - 1.1 Головне вікно AutoCAD.
 - 1.2 Особливості об'єктів побудованих за допомогою AutoCAD.
 - 1.3 Забезпечення точності побудови креслень в AutoCAD.
 - 1.4 Відносні координати.
 - 1.5 Встановлення робочих параметрів креслення (малюнка).

ВСТУП

Геометричні методи моделювання давно й успішно використовуються в багатьох галузях народного господарства та промисловості.

Розвиток геометричного моделювання пройшов через низку перетворень. Спочатку перші прийоми побудов, тобто спочатку використовувалися двомірні проєкції просторових об'єктів.

Такий підхід був звичайним багато років, проте він досить обмежений, через складність інтерпретацій проєкцій, особливо складних об'єктів: види об'єктів, як правило, створювалися незалежно один від одного. В таких випадках існує велика імовірність помилок.

Більш перспективним було створення тривимірних моделей будь-якого об'єкта в просторі, розгляду його моделі під довільним кутом зору, реалістичне зображення об'єкта, але це дуже трудомісткий процес.

Таке моделювання стало можливим тільки з розвитком ПЕОМ та створенням для них програмних пакетів систем автоматизованого проектування (САПТ), таких як OrCAD, AutoCAD, MathCAD і тому подібних.

Ці програмні пакети забезпечують розв'язання задач нарисної геометрії в повному обсязі, починаючи від двовимірних проєкцій, тривимірних моделей та поверхонь будь-якого типу.

Всі ці задачі входять як складові в предмет "Комп'ютерна графіка та моделювання".

AutoCAD – потужна, найбільш поширена в світі система автоматизованого проектування (САПТ). За допомогою програмного пакета AutoCAD, розробленого фірмою Autodesk, можна на базі ПЕОМ побудувати практично будь-який малюнок чи креслення. Тобто, виконати будь-яку високоякісну графічну роботу.

AutoCAD – чудовий засіб також для виконання двовимірної графіки в областях виготовлення технологічних, електротехнічних, сантехнічних схем та при архітектурно-будівельному проектуванні. Крім того, він забезпечує

тривимірне проектування об'єктів для будь-яких галузей промисловості та мистецтва.

За допомогою AutoCAD створюється не тільки креслення чи малюнок (модель об'єкта), а одночасно він записується в базу даних, в якій зберігається повна інформація про об'єкт, що моделюється або проектується. Цю базу даних можна обробляти засобами такої розповсюдженої мови програмування, як Visual Basic, або однієї із самих потужних мов програмування для розробки систем штучного інтелекту таких, як AutoLISP.

1. МОЖЛИВОСТІ AUTOCAD.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ РОБОТИ В AUTOCAD

Запуск AutoCAD проводиться стандартним для Windows-98 способом, за допомогою ярлика на робочому столі або через кнопку ПУСК. При запуску AutoCAD, з'являється вікно нового креслення з іменем Drawing1.dwg. Користувач може почати роботу в ньому, зберігаючи в подальшому це креслення чи малюнок з цією самою назвою або замінити його на інше. У процесі роботи можна викликати на екран з диска раніше розроблені креслення.

1.1. Головне вікно AutoCAD

Після запуску AutoCAD на екрані дисплею з'являється вікно (рис.8.1), яке складається з наступних елементів:

У верхній частині та збоку екрану знаходиться:

- *рядок меню*, в якому знаходяться згруповані за функціональними ознаками команди AutoCAD;
- *декілька панелей інструментів*, що представляють собою набір піктограм (кнопок), які відповідають окремим командам AutoCAD;
- *графічна зона*. Увесь процес побудови об'єктів відбувається в графічній зоні головного вікна екрана AutoCAD. Практично ця зона незкінчна. Вона дозволяє виконувати креслення будь-якого розміру.

У нижній частині:

- *командний рядок*. У командному рядку вводяться команди керування AutoCAD, їх параметри та виводиться інформація щодо реакції системи на виконанні операції. Інформація командного рядка паралельно заноситься в протокол виконання команд.
- Координати курсора;
- *Рядок стану*, в якому відображаються координати курсора, та стан режимів малювання, таких як Крок, Сітка, Орто, Вирівнювання, і т.інше; які виконані у вигляді кнопок. Переключення режимів виконується за допомогою кнопки "миші" або клавішами F3-F11;
- *Смуга прокрутки*.

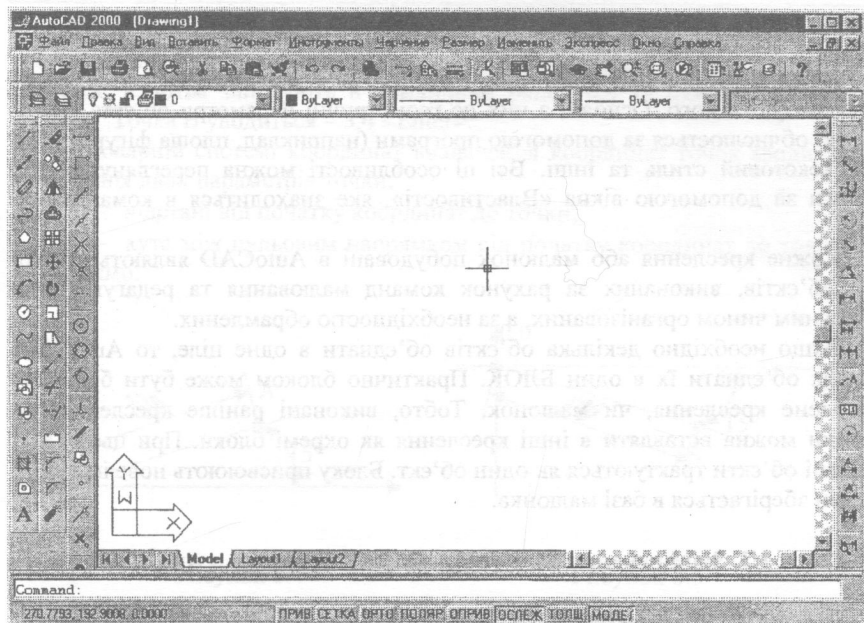



Рисунок 8.1.

У графічному вікні знаходиться перехрещення курсора  та приціл вибору, і також знак системи координат користувача (СКК), що показує одноразово вісі координат та їх напрямки (рис. 8.1).

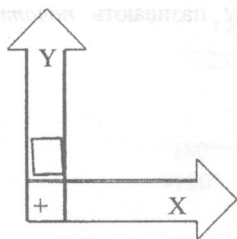


Рисунок 8.2

Перехрещення курсора призначене для показу координат точок на кресленні, приціл вибору використовується для вибору команд при редагуванні креслення. Координати курсора висвічуються у вікні стану. Для управління курсором використовується частіше всього «миша».

1.2. Особливості об'єктів побудованих за допомогою AutoCAD

Кожний об'єкт побудований в AutoCAD має особисті властивості, які характеризують його. Основні з них це геометричні параметри об'єкта, деякі дані, які обчислюються за допомогою програми (наприклад, площа фігури), тип ліній, текстовий стиль та інші. Всі ці особливості можна переглянути, або замінити за допомогою вікна «Властивості», яке знаходиться в командному рядку.

Кожне креслення або малюнок побудовані в AutoCAD являють собою набір об'єктів, виконаних за рахунок команд малювання та редагування і правильним чином організованих, а за необхідністю обрамлених.

Якщо необхідно декілька об'єктів об'єднати в одне ціле, то AutoCAD дозволяє об'єднати їх в один БЛОК. Практично блоком може бути будь-яке розроблене креслення, чи малюнок. Тобто, виконані раніше креслення чи малюнки можна вставляти в інші креслення як окремі блоки. При цьому всі вставлені об'єкти трактуються як один об'єкт. Блоку присвоюють нове ім'я, під яким він зберігається в базі малюнка.

1.3. Забезпечення точності побудови креслень в Auto CAD

В AutoCAD будь-яке креслення (об'єкт) будується в таких обумовлених системах координат, як:

- декартові системи координат;
- полярна система координат.

У декартовій системі координат опис координати будь-якої точки на площині зв'язаний з визначенням її положення відносно двох взаємно перпендикулярних осей X, Y, які мають на площині точку перетину 0. Відлік координат проводиться від цієї умовної точки, яку називають *початком координат* (рис. 8.3.).

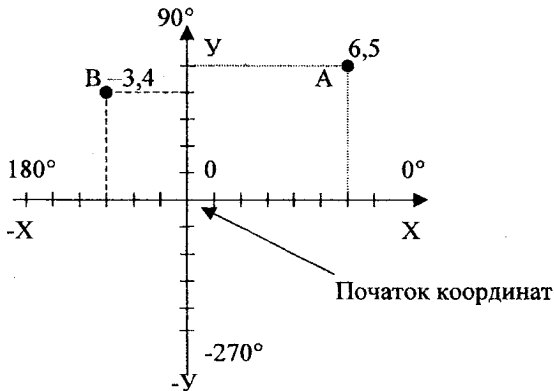


Рисунок 8.3

Точка А (рис.8.3.) має ординату 6 та абсцису 5. Відповідне уведення координат в командний рядок виконується таким чином: Викликають команду **Відрізок**, а потім записують в командний рядок 6,5 та нажимають клавішу <Enter>. Точка В вводиться – 3,4 <Enter>.

В полярній системі координат визначення координат точок зводиться до визначення двох параметрів точки:

- відстані від початку координат до точки;
- кута між нульовим напрямком від початку координат до точки, яку вводимо.

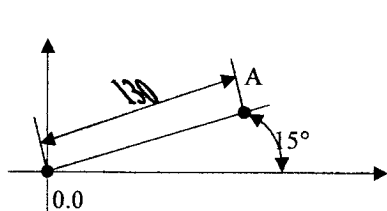


Рисунок 8.4

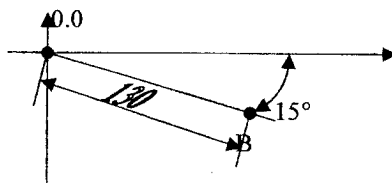


Рисунок 8.5

Запис уведення полярних координат в командному рядку виконується таким чином: координати точки А: $130<15$ (< – кута знак) (рис. 8.4) та точки В: $-130<15$ (рис. 8.5).

Порядок відліку кутів у полярній системі координат, який прийнятий в AutoCAD, показаний на рис. 8.6 (без додаткових вказівок).

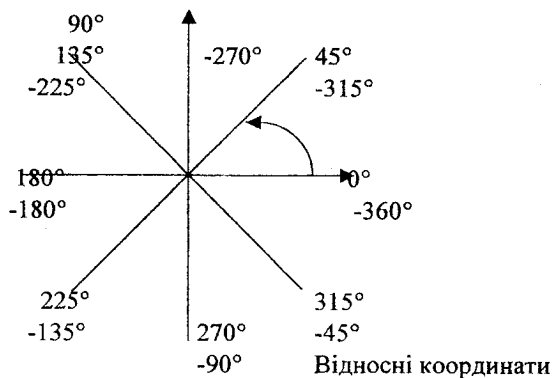


Рисунок 8.6

1.4. Відносні координати

Будувати об'єкти за координатами не завжди зручно. Частіше при розробці креслень відомі абсолютні розміри тих чи інших об'єктів. Тобто, необхідно на кресленні взяти за відлік яку завгодно точку та врахувати координати інших точок. У цьому випадку координати 0,0 переносяться в точку, яка була уведена в попередньому кроці побудови, а наступна координата вираховується відносно неї.

Користуючись спеціальною указівкою, можна в командний рядок вводити, як Декартові так полярні відносні координати. Такою указівкою є символ @ (на жаргоні спеціалістів – “собака”), який ставиться попереду координат:

@ :6,3; @ 0,120; @ 130, @ 130<-30.

Символ @ можна також використовувати, якщо будь-яка команда запрошує введення координат точки, то вводять тільки символ @. У цьому випадку AutoCAD “згадає” координату останньої уведеної точки та курсор автоматично буде прив'язаний до цієї точки.

Завдання координат точок методом “напрямок – відстань”. Окремим випадком введення координат точок є задавання їх методом “напрямок – відстань”. Суть його полягає в тому, що відносні координати вводяться комбінованим способом. З клавіатури задається тільки значення відстані, а кут в AutoCAD визначається автоматично за напрямком, який вказує курсор. У цьому випадку відпадає необхідність у символі @. Найбільша перевага цього методу простежується з використанням режиму Орт, або режиму відстеження полярних кутів.

Наприклад, для побудови горизонтального відрізка довжиною 185 одиниць досить при указівці другої точки включити режим Орто, направити перехрестя курсора вліво чи вправо від раніше уведеної точки та набрати на клавіатурі цифру 185. AutoCAD автоматично за указаним напрямком і відкладе 185 одиниць та уведе точку.

Приклад.

Необхідно накреслити поперечний переріз котлована, розміри якого показані на рис. 8.7.

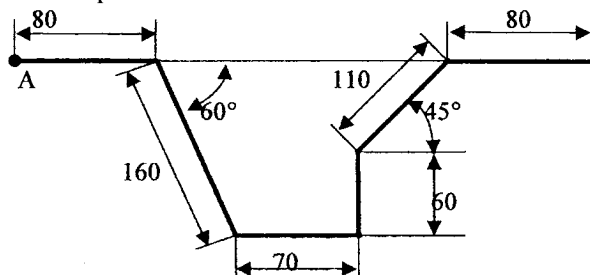


Рисунок 8.7

Спочатку необхідно задати область креслення, наприклад: 500×400 мм. Для цього із меню **Формат** викликається команда **Ліміти**. AutoCAD пропонує вставити в лівий нижній кут точку 0,0<Enter>, координати правого верхнього кута вводяться 500,400 <Enter>. (Команда **Ліміти** дозволяє визначити межу креслення, тобто розміри креслення).

Для повного відображення на екрані цієї області креслення викликають команду меню **Вид** ⇒ **Показати** ⇒ **Все**. Далі викликається команда **Відрізок** та включається режим **Орто**. Ближче до лівого верхнього кута екрана, натискуючи ліву клавішу миші вводимо першу точку *A*. Далі в командному рядку вводимо по порядку:

1. 80 <Enter>
2. @ 160<-60 <Enter>
3. @ 70<0 <Enter>
4. @ 60<90 <Enter>
5. @ 110,45 <Enter>
6. @ 80 <Enter>

Для виходу з команди **Орто** (побудови) необхідно натиснути клавішу <Enter>.

Натиснувши клавішу F2, одержимо текстове вікно (протокол виконання команд).

Команда ("_limits").

Переустановка лімітів простору моделі.

Вкл/Відвмк/<лівий нижній кут><0.0000,0.0000>.

Правий верхній кут <420.0000,297.0000>:500,400

Команда: _line від точки.

До точки: Орто вкл > 80.

Далі повторяє (1÷6) пункти.

1.5. Встановлення робочих параметрів креслення (малюнка)

Починаючи роботу над кресленням об'єкта, необхідно визначитися з встановленням тих параметрів креслення, які впливають на точність та умови малювання та редагування.

Такі встановлення можна виконати при виконанні нового креслення (малюнка), використовуючи "майстра" підготовки робочого середовища, або в процесі роботи через звертання до діалогових вікон.

В AutoCAD 2000 є два майстри підготовки робочого середовища - майстер швидкої і майстер розширеної підготовки. Тому що майстер швидкої підготовки є складовою частиною майстра розширеної підготовки, то розглянемо можливість останнього.

Одиниці виміру. AutoCAD підтримує декілька типів лінійних та кутових одиниць виміру. Причому вибирається не тільки тип, а й встановлюється точність представлення одиниць виміру (таб.1).

Таблиця 1 – Типи лінійних одиниць виміру, які підтримує AutoCAD

| Тип | Предмет подання чисел |
|-----------------|-----------------------|
| Десятичні | 125,75 |
| Технічні | 10' - 5,75'' |
| Архітектурні | 10' - 5¼ |
| Дробова частина | 125¾ |
| Наукові | 1.257E+02 |

ЛЕКЦІЯ 9

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ. СХЕМОТЕХНІЧНІ ПАКЕТИ OrCAD I WorkBench

ПЛАН

1. Схемотехнічний пакет програм OrCAD
 - 1.1. Призначення і можливості системи "ORCAD"
 - 1.2. Основні прийоми роботи в середовищі пакета OrCAD
2. Схемотехнічний пакет програм WorkBench

1. СХЕМОТЕХНІЧНИЙ ПАКЕТ ПРОГРАМ OrCAD

Системи автоматизованого проектування на базі ПЕОМ змінили роботу інженера-проектувальника і займають одне з перших місць у переліку областей використання персональних комп'ютерів.

Існуючі системи автоматизованого проектування можна умовно поділити за областями застосування на декілька категорій:

– прикладні системи для автоматизації конструкторських робіт загального призначення, тобто інтерактивної розробки креслень різних деталей та конструкцій (AutoCad, TurboCad);

– системи для проектування принципових електричних схем і розведення друкованих плат (P-Cad, OrCad, WorkBench, CircuitMaker, TraxMaker);

– пакети автоматизованого математичного проектування (MathLab, MathCad).

Для роботи з даними програмними пакетами, при мінімальному варіанті, необхідний IBM сумісний комп'ютер моделі не нижче 486AT, а для видання результатів обчислень: струмінний чи лазерний принтер. З даними програмними пакетами можлива також робота на більш професійному устаткуванні. Для роботи з ними використовується таке устаткування як графопобудовники й інші спеціальні графічні пристрої, а в деяких системах є можливість видання інформації на проекційні екрани.

У OrCAD та WorkBench використовується зручний інтерфейс, що дозволяє легко і швидко працювати в ньому за допомогою маніпулятора "миша". Цей інтерфейс схожий з інтерфейсом програмних продуктів MICROSOFT OFFICE, що робить його доступним широкому колу користувачів.

1.1. Призначення і можливості системи "ORCAD"

Система "OrCAD" призначена для проектування і теоретичного моделювання принципів, структурних і функціональних схем в електротехніці, електроніці і мікроелектроніці.

OrCAD містить велику бібліотеку схемотехнічних елементів, кожен елемент якої має свої характеристики. Структура бібліотеки полягає в тому, що схемотехнічні елементи зібрані в окремі каталоги за тематикою, наприклад, каталоги INTEL та MOTOROLA містять набір більшості комплектів мікросхем цих фірм, DEVICE – набір різного типу схемотехнічних елементів таких як конденсатори, індуктивності, перемикачі тощо, ANALOG – типи аналогових мікросхем тощо.

OrCAD дозволяє також доповнювати бібліотеку новими каталогами, накресливши, відповідно ГОСТу, необхідні вам схемотехнічні елементи та записавши їх у створений каталог.

За допомогою програмного продукту "OrCAD" можна виконувати наступні роботи:

1. Проектувати аналогові і цифрові схеми систем зв'язку, використовуючи банк даних як аналогових, так і дискретних інтегральних мікросхем та інших схемотехнічних елементів.
2. Автоматично підключати елементи схем, за наявними варіантами.
3. Безпосередньо використовувати елементи схем з різних бібліотек.
4. Доповнювати бібліотеки, у більш ранніх версіях, новими випусками.
5. Автоматично нумерувати мікросхеми.
6. Зіставляти принципові електричні схеми з функціональними схемами і навпаки.
7. Складати повний план збору і виробництва виконаної схеми.
8. Підключати систему до інших програмних продуктів, що розширює її можливості.
9. Виконувати посилання на систему TraхMaker, що дозволяє робити розвід друкованих плат різної складності.

1.2. Основні прийоми роботи в середовищі пакета OrCAD

Розглянемо основні прийоми роботи в середовищі пакета OrCAD.

– *Порядок входу в програму OrCAD Express наступний.*

Клацнути правою кнопкою "миші" в такому порядку:

<Пуск, <Програми>, <Student>, <OrCAD>.

У результаті виконання цієї команди з'явиться вікно OrCAD.

– *Створення нового документа чи відкриття вже наявного.*

а) створення нового документа.

Клацнути правою кнопкою "миші" в такому порядку:

<File> <New> <Design> <OK>

У результаті виконання цієї команди з'явиться вікно для креслення схеми;

б) відкриття вже наявного документа:

<File> <Open> <Design>

У результаті виконання цієї команди з'явиться діалогове вікно «**Open Design**». У рядку «ім'я файлу» потрібно вказати ім'я файлу, після чого натиснути покажчиком «миші» на **<Open>**.

– *Головне Меню програми OrCAD Express.*

Головне меню програми OrCAD Express складається з наступних пунктів:

FILE, EDIT, VIEW, PLACE, MACRO, ACCESSORIES,
OPTION, WINDOW, HELP.

Робота з Головним меню проводиться таким чином: якщо клацнемо покажчиком «миші» по будь-якому із пунктів меню то на екрані з'явиться список команд конкретно викликаного пункту. В подальшому за допомогою покажчика «миші», (або клавішами \updownarrow) вибирається із цього списку для виконання необхідна команда. Крім того, команди із будь-яких списків команд пунктів Головного меню можна вибрати також за допомогою кнопок панелей інструментів. Розглянемо деякі з цих команд.

Виклик команд пункту меню «View».

а) **<View> <Zoom> <In>** чи **<I>** - збільшення фрагмента, або за допомогою кнопки на панелі інструментів (рис. 9.1);



Рисунок 9.1

б) **<View> <Zoom> <Out>** чи **<O>** - команда зменшення фрагмента схеми, або кнопка на панелі інструментів (рис.9.2);



Рисунок 9.2

в) **<View> <Zoom> <All>** - команда попередній перегляд схем, або кнопка на панелі інструментів (рис 9.3);



Рисунок 9.3

г) **<View> <Go to> <координати X,Y> <OK>** чи **<Ctrl+G> <координати X,Y> <OK>** - Команда перейти на координати (X,Y) (рис.9.4);



Рисунок 9.4

Для креслення схеми необхідно ще викликати у вікно панель інструментів

д) <View> <Toolbar> - виклик панелі інструментів. <View> <Tool Palette> - виклик робочої панелі інструментів (рис.9.5).

Робоча панель інструментів необхідна для того, щоб за допомогою неї виконувати креслення електротехнічних схем. Вона відповідає списку команд пункту Головного меню **Pla e**

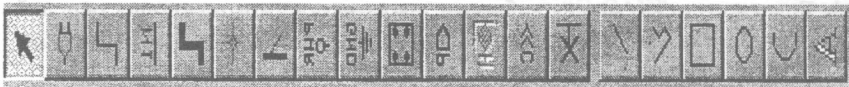


Рисунок 9.5

.Виклик команд пункту меню «Place»:

а) <Pla e> <Par t> чи <Shift+P> – пошук елемента схеми в бібліотеці; чи кнопка на робочій панелі інструментів (рис. 9.6);



Рисунок 9.6

При виконанні цієї команди з'являється діалогове вікно «Pla e Part», в якому з запропонованого списку бібліотек необхідно вибрати потрібну.

Додавання в список бібліотек нової бібліотеки виконується клацанням показжчком “миші” на напис в діалоговому вікні «Add Library»;

б) <Pla e> <Wire> чи <Shift+W> - креслення тонкої лінії, або кнопка на робочій панелі інструментів (рис. 9.7);



Рисунок 9.7

в) <Pla e> <Bus> чи <Shift+B> - креслення товстої лінії (шини), або кнопка на робочій панелі інструментів;

г) <Pla e> <Jun tion> чи <Shift+J> – з'єднання шин, або кнопка на робочій панелі інструментів (рис. 9.8);



Рисунок 9.8

д) **<Place> <Bus Entry>** чи **<Shift+E>** - підключення до шини, чи кнопка на робочій панелі інструментів (рис. 9.9);



Рисунок 9.9

е) **<Place> <Net Alias>** чи **<Shift+N>** - нумерація вводів/виводів мікросхем, або кнопка на робочій панелі інструментів (рис. 9.10).



Рисунок 9.10. Кнопка нумерації вводів/виводів мікросхем.

Після того як кнопка стала активною з'явиться діалогове вікно «**Place Net Alias**», де в рядку «**Alias**» потрібно вказати номер вводу/виводу і натиснути «**OK**».

ж) **<Place> <Text>** чи **<Shift+T>** - вставити текст, чи кнопка на робочій панелі інструментів, рис. 9.11. Після виконання цієї операції з'явиться діалогове вікно «**Place Text**», де потрібно набрати текст і натиснути «**OK**».



Рисунок 9.11 – Кнопка для вставлення текстів в креслення.

Виклик команд пункту меню «Options»:

а) **<Options> <Preference>** – налаштування кольорів для креслення корольовими лініями.

б) **<Options> <Template>** – налаштування шрифтів, параметрів сторінок і т.д.

в) **<Options> <Schematic Page Properties> <Page Size>** – вибір формату сторінок (A0, A1, A2, ...).

Виклик команд пункту меню «Window»:

Опції пункту меню «**Window**» забезпечують необхідне розташування робочих вікон програми OrCAD:

а) **<Window> <Cascade>** – каскадне,

б) **<Window> <Tale Horizontally>** – горизонтальне,

в) **<Window> <Tale Vertically>** – вертикальне.

2. СХЕМОТЕХНІЧНИЙ ПАКЕТ WorkBench

Схемотехнічний пакет **WorkBench** призначений для моделювання електричних схем за допомогою ПЕОМ. Він дозволяє на базі наявних у бібліотеці **WorkBench** елементів створювати принципові електричні схеми різних пристроїв і перевіряти їхню працездатність. Використовуючи наявні в розпорядженні користувача, моделі вимірювальних приладів, такі як осцилографи, вольтметри, амперметри тощо, можна перевірити не тільки результат роботи всієї схеми цілком, але і режими роботи кожного елемента схеми окремо, що дає можливість визначити виниклу несправність у схемі і знайти методи її усунення.

Роботу з програмою **WorkBench** треба починати з запуску файлу `wewb32.exe`. Після завантаження програми автоматично відкривається нове вікно за назвою `Untitled`, що назву можна змінити, зберігши файл під потрібним користувачу ім'ям.

Процес роботи з пакетом **WorkBench** полягає в наступному:

- вибір потрібних для створення схеми елементів;
- з'єднання елементів в електричну схему;
- вибір набору необхідних контрольних приладів;
- підключення приладів до електричної схеми і їхнє налагодження;
- подача на схему живлення напруги і перевірка працездатності схеми за допомогою підключених приладів.

Вибір потрібних для створення схеми елементів здійснюється в такий спосіб:

- Відкрити одну з панелей з елементами (рис. 9.12.);

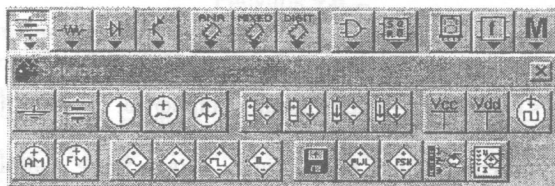


Рисунок 9.12. – Панель з елементами схем.

- відкрити вибраний елемент панелі можна, установивши покажчик "миші" на нього та натиснувши на ліву кнопку "миші";
- перетягнути вибраний елемент на робоче поле програми і відпустити кнопку "миші";
- аналогічно виконується вибір інших елементів схеми.

Коли всі необхідні елементи схеми будуть вибрані, їх потрібно розмістити на робочому столі в порядку, що дозволить робити з'єднання між елементами схем так, що б це було зручно і наочно. Для цього можна

скористатися контекстне меню, що з'являється після натискання правої клавіші "миші", якщо її покажчик установлений на будь-якому з елементів. Це меню містить опції, що дозволяють:

- Help – одержати підказку про вибраний елемент;
- Cut – видалити елемент, попередньо скопіювавши його в буфер обміну (вирізати);
- Copy – скопіювати елемент, не видаляючи його (копіювати);
- Paste – скопіювати елемент із буфера обміну (установити);
- Rotate – перевернути елемент на 90° проти годинникової стрілки;
- Flip vertical – перевернути елемент вертикально (верх і низ міняються місцями);
- Flip horizontal – перевернути елемент горизонтально (вліво і право міняються місцями).

Усі ці операції можна робити і після з'єднання елементів схеми між собою, але це може призвести до втрати наочності схеми. Крім того, елементи можна просто перемішувати з одного місця на інше, перетаскуючи їх за допомогою "миші".

З'єднання елементів між собою в електричну схему відбувається в такий спосіб:

- Пересуваючи маніпулятор "миші", треба знайти точку якою закінчується елемент, при цьому в кінці нього з'явиться чорна крапка (це означає, що комп'ютер знає відкілья потрібно вести лінію з'єднання елементів схеми) (рис. 9.13);



Рисунок 9.13

- після появи крапки треба натиснути ліву кнопку "миші" і перемістити покажчик "миші" до необхідного входу іншого елемента не відпускаючи кнопку і домогтися появи такої ж крапки на цьому вході (це значить, що комп'ютер знає де закінчується лінія) (рис 9.14.);

- аналогічно з'єднуються інші входи та виходи елементів схем;
- після з'єднання елементів в електричну схему потрібно вибрати прилади, що будуть контролювати роботу схеми. Вибір приладів і підключення їх здійснюється так само, як і для інших елементів.

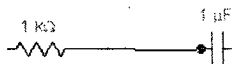


Рисунок 9.14

Подача на схему напруги живлення здійснюється переключенням вимикача в правому верхньому куті екрану монітора (рис. 9.14).



Рисунок 9.15

Після завершення всіх перерахованих дій щодо вимірювальних і контролюючих приладів необхідно переконатися в працездатності схеми. Якщо схема працює, то результати роботи можна роздрукувати.

ЗМІСТ

| | Стр |
|---|-----|
| Вступ | 3 |
| ЛЕКЦІЯ 1 | 4 |
| 1. Короткий історичний нарис розвитку дисципліни | 4 |
| 2. Основні правила виконання креслень | 6 |
| 2.1 Формати креслень і оформлення креслярських листів | 6 |
| 2.2 Масштаби | 7 |
| 2.3 Лінії | 8 |
| 2.4 Шрифти креслярські | 8 |
| 3. Правила виконання схем | 9 |
| 3.1 Види і типи електричних схем | 9 |
| 3.2 Вимоги щодо креслення й оформлення схем | 11 |
| 3.3 Правила креслення електричних структурних схем | 13 |
| 3.4 Правила креслення електричних функціональних схем | 14 |
| 3.5 Правила креслення електричних принципівих схем | 15 |
| ЛЕКЦІЯ 2 | 17 |
| 1. Геометричні фігури. Геометричний простір. Відображення | 17 |
| 2. Основні способи проєціювання | 18 |
| 2.1 Центральне проєціювання | 18 |
| 2.2 Паралельне проєціювання | 19 |
| 2.3 Косокутне паралельне проєціювання | 19 |
| 3. Метод монжа точка у системі V, H, W | 20 |
| 3.1 Ортогональне проектування | 20 |
| 3.2 Точка в системі V, H, W | 21 |
| 4. Ортогональні проєкції і система прямокутних координат | 22 |
| ЛЕКЦІЯ 3 | 23 |
| 1. Прямокутні проєкції основних геометричних фігур | 23 |
| 2. Проєкції відрізка прямої лінії | 24 |
| 3. Особливі (приватні) положення прямої лінії відносно площин проєкцій | 25 |
| 4. Точка на прямій | 27 |
| 5. Сліди прямої | 28 |
| 6. Взаємне положення двох прямих | 28 |
| ЛЕКЦІЯ 4 | 31 |
| 1. Площина. Способи завдання | 31 |
| 2. Сліди площини | 31 |
| 3. Пряма і точка в площині. Прямі особливого положення | 32 |
| 4. Прямі особливого положення в площині | 33 |
| 5. Положення площини щодо площин проєкцій | 34 |
| ЛЕКЦІЯ 5 | 39 |
| 1. Взаємне положення двох площин, прямої лінії і площини | 39 |
| 2. Перетин прямої лінії з площиною, яка перпендикулярна до однієї з площин проєкцій | 41 |

| | | |
|----|---|----|
| 3. | Побудова лінії перетину двох площин | 41 |
| 4. | Побудова лінії перетину двох площин загального положення | 43 |
| 5. | Обертання точки, відрізка прямої, площини навколо осі, перпендикулярної до площини проєкцій | 44 |
| 6. | Визначення натуральні величини відрізка (н.в.) методом обертання | 46 |
| | ЛЕКЦІЯ 6 | 47 |
| 1. | Поверхні. задання і зображення основних геометричних поверхонь | 47 |
| 2. | Криві поверхні. Способи їхнього задавання. Визначник поверхні. Ознаки класифікації кривих поверхонь | 49 |
| | ЛЕКЦІЯ 7 | 53 |
| 1. | Поняття про кодування. N-вимірний простір у теорії сигналів та у теорії кодування | 53 |
| 2. | Представлення кодових множин і мереж за допомогою графів | 57 |
| | ЛЕКЦІЯ 8 | |
| | Система автоматизованого проектування Auto CAD | 61 |
| | Вступ | 61 |
| 1. | Можливості AutoCAD. Основні положення та принципи роботи в AutoCAD | 62 |
| | 1.1 Головне вікно Auto CAD | 62 |
| | 1.2 Особливості об'єктів побудованих за допомогою AutoCAD | 64 |
| | 1.3 Забезпечення точності побудови креслень в Auto CAD | 64 |
| | 1.4 Відносні координати | 66 |
| | 1.5 Встановлення робочих параметрів креслення (малюнка) | 67 |
| | ЛЕКЦІЯ 9 | |
| | Системи автоматизованого проектування. Схемотехнічні пакети OrCAD I WorkBench | 69 |
| 1. | Схемотехнічний пакет програм OrCAD | 69 |
| | 1.1 Призначення і можливості системи "OrCAD" | 70 |
| | 1.2 Основні прийоми роботи в середовищі пакета OrCAD | 70 |
| 2. | Схемотехнічний пакет WorkBench | 74 |

Література

1. *ЕСКД*. Общие правила выполнения чертежей.
 - 1) ГОСТ 2.301-68 – Форматы.
 - 2) ГОСТ 2.302-68 – Масштабы.
 - 3) ГОСТ 2.303-68 – Линии.
 - 4) ГОСТ 2.304-81 – Шрифты чертежные.
 - 5) ГОСТ 2.307-68 – Нанесение размеров и предельных отклонений.
2. *ЕСКД*. Правила выполнения схем.
 - 1) ГОСТ 2.701-84 – Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
 - 2) ГОСТ 2.702-75 – Правила выполнения электрических схем.
 - 3) ГОСТ 2.710-81 – Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
3. *Обозначения условные графические в схемах*. ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.722-68, ГОСТ 2.723-68, ГОСТ 2.728-74, ГОСТ 2.729-68, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 2.731-81, ГОСТ 2.743-91, ГОСТ 2.753-79, ГОСТ 2.755-87, ГОСТ 2.756-76, ГОСТ 2.757-81.
4. *Михайленко В.Е., Пономарев А.М.*. Инженерная графика. – К.: Ница школа, 1985.-279 с.
5. *Захарченко М.В., Стеклов В.К., Князева Н.О. и др.* Автоматизация проектирования устройств, систем и сетей связи. – К.: Радиоамагров, 1996. - 267 с.
6. *Цымбал В.П.*. Теория информации и кодирование. – К.: Ница школа, 1992.-261 с.
7. *Передача дискретных сообщений*. Под ред В.П. Шувалова. Радио и связь, Москва, 1990.